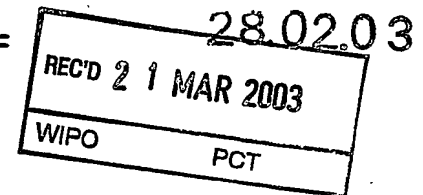


30 AUG 2004

10/205169
PCT/JP03/02327

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年12月17日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-365813

[ST.10/C]:

[JP2002-365813]

出 願 人
Applicant(s):

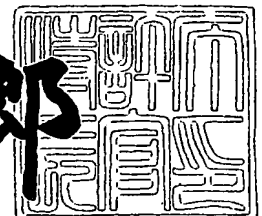
東京エレクトロン株式会社

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 2月12日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3006279

BEST AVAILABLE CC

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP022395

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 21/285

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター東
京エレクトロン株式会社内

【氏名】 高木 俊夫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター東
京エレクトロン株式会社内

【氏名】 佐久間 健

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター東
京エレクトロン株式会社内

【氏名】 加藤 雄二

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター東
京エレクトロン株式会社内

【氏名】 松本 賢治

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代表者】 東 哲郎

【代理人】

【識別番号】 100090125

【弁理士】

【氏名又は名称】 浅井 章弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 049906

【納付金額】 21,000円

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002- 54541

【出願日】 平成14年 2月28日

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-177192

【出願日】 平成14年 6月18日

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9105400

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 シャワーヘッド構造、処理装置及び処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の処理を施すために加熱された被処理体を収容した処理空間に対して処理ガスを供給するための複数のガス噴射孔を有するシャワーヘッド構造において、

前記ガス噴射孔に、放射温度計の光導入口ロッドを挿通させて設けるように構成したことを特徴とするシャワーヘッド構造。

【請求項 2】 前記光導入口ロッドは、ガス噴射面の実質的な中心部に位置されていることを特徴とする請求項 1 記載のシャワーヘッド構造。

【請求項 3】 前記光導入口ロッドは、ガス噴射面の実質的な中心部を含めてその半径方向に沿って複数個設けられることを特徴とする請求項 1 記載のシャワーヘッド構造。

【請求項 4】 前記光導入口ロッドが設けられたガス噴射孔の開口面積は、該ガス噴射孔より噴射されるガスと同種のガスが噴射される他のガス噴射孔の開口面積よりも、前記光導入口ロッドの断面積に相当する面積だけ大きく設定されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のシャワーヘッド構造。

【請求項 5】 前記光導入口ロッドは、必要時に退避できるようにロッド昇降機構に接続されて昇降可能に設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のシャワーヘッド構造。

【請求項 6】 前記光導入口ロッドは、ベッド天井板に設けたロッド貫通孔を介して挿通されており、前記ロッド貫通孔の上端部には、前記光導入口ロッドを退避させた時に前記ロッド貫通孔を閉じるための隔離バルブが設けられることを特徴とする請求項 5 記載のシャワーヘッド構造。

【請求項 7】 前記所定の処理は成膜処理であり、前記処理ガスは前記成膜処理に必要なアシストガスであることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のシャワーヘッド構造。

【請求項 8】 前記アシストガスは酸化ガスであることを特徴とする請求項 7 記

載のシャワーヘッド構造。

【請求項 9】 前記アシストガスは還元ガスであることを特徴とする請求項 7 記載のシャワーヘッド構造。

【請求項 10】 前記所定の処理はエッチング処理であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のシャワーヘッド構造。

【請求項 11】 被処理体に対して所定の処理を施すための処理装置において、
真空引き可能になされた処理容器と、
前記被処理体を載置する載置台と、
前記被処理体を加熱する加熱手段と、
請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載したシャワーヘッド構造と、
前記シャワーヘッド構造に設けられた放射温度計の検出値に基づいて前記加熱手段を制御する温度制御部と、
を備えたことを特徴とする処理装置。

【請求項 12】 被処理体に対して所定の処理を施すための処理装置において、
真空引き可能になされた処理容器と、
前記被処理体を載置する載置台と、
前記載置台に設けられた温度測定手段と、
前記被処理体を加熱する加熱手段と、
請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載したシャワーヘッド構造と、
前記被処理体の所定の処理時に前記温度測定手段の検出値に基づいて前記加熱手段を制御する温度制御部と、

温度校正用の被処理体を用いて所定の処理を行った時の前記シャワーヘッド構造に設けられた放射温度計の検出値と前記被処理体の目標温度値とに基づいて前記温度制御部における前記載置台の設定温度値を校正する温度校正制御部と、
を備えたことを特徴とする処理装置。

【請求項 13】 前記温度測定手段は、熱電対であることを特徴とする請求項 12 記載の処理装置。

【請求項 14】 前記加熱手段は加熱ランプを有し、前記載置台は、熱伝導性が低く且つ前記加熱ランプからの熱線を遮断するように着色されたリング状の保持

部材により保持されることを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 3 のいずれかに記載の処理装置。

【請求項 1 5】 被処理体に対して所定の処理を施すための処理装置において、
真空引き可能になされた処理容器と、

前記被処理体を載置する載置台と、

前記載置台の下方に設けられて前記被処理体を加熱する加熱ランプを有する加熱手段と、

熱伝導性が低く且つ前記加熱ランプからの熱線を遮断するように不透明な材料により形成されて、前記載置台の周囲と接触してこれを保持するリング状の保持部材と、

処理ガスを供給するために前記処理容器の天井部に設けたシャワーヘッド構造と、

前記シャワーヘッド構造に設けられた放射温度計と、

を備えたことを特徴とする処理装置。

【請求項 1 6】 前記保持部材は、酸化ニオブ等の黒色の金属酸化物を含んだ石英、黒色の SiC を含んだ石英、カーボンを含んだ石英、カーボンを含んだ黒色の AlN 等の黒色のセラミックスの内のいずれかよりなることを特徴とする請求項 1 4 又は 1 5 記載の処理装置。

【請求項 1 7】 前記保持部材の上面には、熱線を遮断する遮断リングが設けられ、前記遮断リングは、酸化ニオブ等の黒色の金属酸化物を含んだ石英、黒色の SiC を含んだ石英、カーボンを含んだ石英、カーボンを含んだ黒色の AlN 等の黒色のセラミックスの内のいずれかよりなることを特徴とする請求項 1 4 乃至 1 6 のいずれかに記載の処理方法。

【請求項 1 8】 真空引き可能になされた処理容器と、

被処理体を載置する載置台と、

前記被処理体を加熱する加熱手段と、

処理ガスを供給するために前記処理容器の天井部に設けたシャワーヘッド構造と、を有して前記被処理体に対して所定の処理を施すための処理装置において、

前記シャワーヘッド構造を上下方向へ貫通するように設けた熱線導出通路と、

前記熱線導出通路の上端開口部に測定窓を介して取り付けた放射温度計と、
前記熱線導出通路に不活性ガスを導入するための不活性ガス導入通路とを備え

前記熱線導出通路の下端開口部より流出して前記載置台の外側に向けて流下しつつ拡散して行く前記不活性ガスの主ガス流が、前記載置台の上面と同一の水平レベルまで流下する位置が、前記載置台上に載置される前記被処理体の外周よりも外側になるように、前記熱線導出通路を前記シャワーヘッド構造の中心より離れた位置に偏心させて設けるように構成したことを特徴とする処理装置。

【請求項 19】 前記シャワーヘッド構造の中心と前記熱線導出通路の下端開口部の中心との間の距離は、前記被処理体の半径の 70%～100%の範囲内の距離に設定されていることを特徴とする請求項 18 記載の処理装置。

【請求項 20】 前記シャワーヘッド構造の下面と前記載置台の上面との間の距離は、20mm～30mmの範囲内であり、前記不活性ガスの流量は 3 s c c m～100 s c c mの範囲内であることを特徴とする請求項 18 または 19 記載の処理装置。

【請求項 21】 シャワーヘッド構造のガス噴射孔より真空引き可能になされた処理容器の処理空間に処理ガスを噴射し、加熱手段により所定の温度になされた被処理体に対して所定の処理を施すようにした処理方法において、

前記ガス噴射孔に放射温度計の光検出子を挿通して設け、前記放射温度計の検出値に基づいて前記加熱手段を制御するようにしたことを特徴とする処理方法。

【請求項 22】 シャワーヘッド構造のガス噴射孔より真空引き可能になされた処理容器の処理空間に処理ガスを噴射し、被処理体を載置する載置台に設けた温度測定手段の検出値に基づいて加熱手段を制御して前記被処理体を所定の温度に維持しつつ所定の処理を施すようにした処理方法において、

前記温度測定手段の検出値に基づいて前記加熱手段を制御することにより所定の枚数の前記被処理体に所定の処理を施す連続処理工程と、

温度校正用の被処理体に対して所定の処理を施しつつこの時の前記温度校正用の被処理体の温度を、前記ガス噴射孔に挿通するようにして設けられた光検出子を有する放射温度計により検出してモニタする温度校正用処理工程と、

前記モニタにより検出された検出値と前記被処理体の目標温度値とに基づいて前記載置台の設定温度値を校正する温度校正工程と、

を有することを特徴とする処理方法。

【請求項 2 3】 前記連続処理工程と、前記温度校正用処理工程と、前記温度校正工程とを、所定の回数繰り返し行った時に前記処理容器内をクリーニングするクリーニング工程を行うようにしたことを特徴とする請求項 2 2 記載の処理方法。

【請求項 2 4】 前記クリーニング工程を行なった後に、前記処理容器内に前記被処理体を入れない状態で前記処理ガスを供給して薄膜を形成するプリコート工程を行うようにしたことを特徴とする請求項 2 3 記載の処理方法。

【請求項 2 5】 前記光導入口ロッドは、該光導入口ロッドが昇降機能になされている場合には、少なくともクリーニング工程時には、前記光導入口ロッドは退避されていることを特徴とする請求項 2 3 または 2 4 記載の処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば金属酸化膜などの成膜処理やエッチング処理等の熱処理を行う処理装置、シャワーヘッド構造及び処理方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

一般に、半導体デバイスを製造するには、半導体ウエハに成膜処理やパターンエッチング処理を繰り返し行なって所望のデバイスを製造するが、中でも成膜技術は半導体デバイスが高密度化及び高集積化するに伴ってその仕様が年々厳しくなっており、例えばデバイス中のキャパシタの絶縁膜やゲート絶縁膜のように非常に薄い酸化膜などに対しても更なる薄膜化が要求され、これと同時に更に高い絶縁性が要求されている。

【0 0 0 3】

これらの絶縁膜としては、シリコン酸化膜やシリコンナイトライド膜等を用いることができるが、最近にあっては、より絶縁特性の良好な材料として、金属酸

化膜、例えば酸化タンタル (Ta_2O_5) 等が用いられる傾向にある（例えば特開平 2 - 2 8 3 0 2 2 号公報）。この金属酸化膜は、酸化膜換算膜として薄くても信頼性の高い絶縁性を発揮する。そして、このような特性の良好な金属酸化膜を形成するには、成膜中の半導体ウエハの温度を精度良く制御することが望まれる。

【 0 0 0 4 】

この金属酸化膜を形成するには、例えばタンタル酸化膜を形成する場合を例にとって説明すると、まず、半導体ウエハを成膜装置内に搬入して上記公報に開示されているように成膜用の原料として、タンタルの金属アルコキシド ($Ta(O C_2 H_5)_5$) を用い、これを窒素ガス等でバブリングしながら供給して半導体ウエハを例えば 4 5 0 °C 程度のプロセス温度に維持し、真空雰囲気下で CVD (Chemical Vapor Deposition) によりタンタル酸化膜 (Ta_2O_5) を積層させている。

この場合、温度管理を行うには、従来装置にあっては、ウエハを載置する載置台（サセプタ）に温度検出手段として熱電対を設け、ウエハの温度を間接的に検出してこの検出値に基づいて加熱ランプや加熱ヒータ等の加熱手段の出力を制御し、ウエハ温度を制御するようになっている。

【 0 0 0 5 】

ところで、この種の熱電対は、上述のように直接的には載置台の温度を検出してこの上に載置されているウエハ温度を間接的に求めるようにしているので、実際のウエハ温度と検出温度との間にある程度の温度差が生ずることは避けられなかった。

そこで、上記熱電対に代えて、測定対象の特定波長帯域の放射輝度から測定対象の温度を測定する放射温度計を用いてウエハ温度を測定することが、例えば特開平 8 - 2 6 4 4 7 2 号公報（特許文献 1 参照）、特開平 1 1 - 4 5 8 5 9 号公報（特許文献 2）等において開示されている。この放射温度計によれば、非接触でウエハ温度を直接的に正確に測定し、検出することができるという利点を有する。

【 0 0 0 6 】

【特許文献1】

特開平8-264472号公報（第4-5頁、図1及び図2）

【特許文献2】

特開平11-45859号公報（第4頁、図1）

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、この放射温度計を用いる場合、ウエハからの光を取り込むための光検出子の入射面に余分な薄膜が付着すると、この薄膜により光が吸収されて正確なウエハ温度を測定できなくなることから、ウエハに対する成膜処理中には処理空間に晒される光検出子の入射面、或いは入射面と処理空間を区画する透明ガラス基板等に対して、窒素ガス等の不活性ガスを処理空間側から吹き付けて、この入射面や透明ガラス基板面に、薄膜を付着させないようにしていた。

【0008】

しかしながら、この場合には、上述のように処理空間に余分な薄膜の付着を防止するだけの目的で不活性ガスを供給しているので、この余分な不活性ガスのために金属酸化膜を形成するのに必要なソースガス（例えばペントエトキシタンタル）の分圧が低下し、その結果、不活性ガスを供給した部分の膜厚が変化して、ウエハ面内における膜厚の均一性が劣化してしまう、といった問題があった。

また加熱ランプを用いた加熱手段を採用している処理装置にあっては、加熱ランプから放射された熱線の一部が処理容器内で乱反射して、この熱線が最終的に放射温度計へ入射する場合があります、この場合にはウエハ温度を正確に測定することができない、といった問題があった。

【0009】

本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。

本発明の目的は、放射温度計を用いた場合にあって膜厚の面内均一性を高めることが可能なシャワーヘッド構造、処理装置及び処理方法を提供することにある。

また、本発明の他の目的は、加熱ランプからの熱線の乱反射による影響を除い

て、被処理体の温度を精度良く測定することができる処理装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

請求項1に係る発明は、所定の処理を施すために加熱された被処理体を収容した処理空間に対して処理ガスを供給するための複数のガス噴射孔を有するシャワーヘッド構造において、前記ガス噴射孔に、放射温度計の光導入口ロッドを挿通させて設けるように構成したことを特徴とするシャワーヘッド構造である。

このように、シャワーヘッド構造のガス噴射孔に放射温度計の光導入口ロッドを挿通させて設けるようにしたので、例えば成膜処理中に噴射される処理ガスにより上記光導入口ロッドが覆われるようになり、この光導入面に薄膜が付着することを防止することができる。従って、常時、被処理体の温度を正確に測定して検出することができる。

また、薄膜付着防止のために不活性ガス等の特別なガスを用いることがないので、原料ガスの分圧が部分的に乱れることがなく、成膜処理等の処理の面内均一性を向上させることができる。

【0011】

この場合、例えば請求項2に規定するように、前記光導入口ロッドは、ガス噴射面の実質的な中心部に位置されている。

或いは、例えば請求項3に規定するように、前記光導入口ロッドは、ガス噴射面の実質的な中心部を含めてその半径方向に沿って複数個設けられるようにしてもよい。

また、この場合、例えば請求項4に規定するように、前記光導入口ロッドが設けられたガス噴射孔の開口面積は、該ガス噴射孔より噴射されるガスと同種のガスが噴射される他のガス噴射孔の開口面積よりも、前記光導入口ロッドの断面積に相当する面積だけ大きく設定されている。

これにより、光導入口ロッドが挿通されているガス噴射孔からのガス噴射量は、他の同種のガス噴射孔から噴射されるガス噴射量と略同じになるので、ガス流量に乱れを生ぜしめることがなく、この点よりも膜厚等の処理の面内均一性を一層

向上させることができる。

【 0 0 1 2 】

また、例えば請求項 5 に規定するように、前記光導入口ロッドは、必要時に退避できるようにロッド昇降機構に接続されて昇降可能に設けられている。

これによれば、例えば光導入口ロッドを用いない場合には、これを退避させて処理空間より離間させておけば、光導入口ロッドの光導入面が例えばクリーニング時等に損傷を受けて表面荒れが生ずることを防止することが可能となる。

また、例えば請求項 6 に規定するように、前記光導入口ロッドは、ベッド天井板に設けたロッド貫通孔を介して挿通されており、前記ロッド貫通孔の上端部には、前記光導入口ロッドを退避させた時に前記ロッド貫通孔を閉じるための隔離バルブが設けられる。

これによれば、光導入口ロッドを用いない場合には、これを退避させて隔離バルブを閉じておけば、この光導入口ロッドの光導入面が例えばクリーニング等の時に損傷を受けることを確実に防止することが可能となる。

【 0 0 1 3 】

この場合、例えば請求項 7 に規定するように、前記所定の処理は成膜処理であり、前記処理ガスは前記成膜処理に必要なアシストガスである。

また、例えば請求項 8 に規定するように、前記アシストガスは酸化ガスである。

或いは例えば請求項 9 に規定するように、前記アシストガスは還元ガスである。

また、例えば請求項 10 に規定するように、前記所定の処理はエッチング処理である。

請求項 11 に係る発明は、被処理体に対して所定の処理を施すための処理装置において、真空引き可能になされた処理容器と、前記被処理体を載置する載置台と、前記被処理体を加熱する加熱手段と、上記シャワーヘッド構造と、前記シャワーヘッド構造に設けられた放射温度計の検出値に基づいて前記加熱手段を制御する温度制御部と、を備えたことを特徴とする処理装置である。

【 0 0 1 4 】

請求項 1 2 に係る発明は、被処理体に対して所定の処理を施すための処理装置において、真空引き可能になされた処理容器と、前記被処理体を載置する載置台と、前記載置台に設けられた温度測定手段と、前記被処理体を加熱する加熱手段と、上記シャワーヘッド構造と、前記被処理体の所定の処理時に前記温度測定手段の検出値に基づいて前記加熱手段を制御する温度制御部と、温度校正用の被処理体を用いて所定の処理を行った時の前記シャワーヘッド構造に設けられた放射温度計の検出値と前記被処理体の目標温度値とに基づいて前記温度制御部における前記載置台の設定温度値を校正する温度校正制御部と、を備えたことを特徴とする処理装置である。

【 0 0 1 5 】

この場合、例えば請求項 1 3 に規定するように、前記温度測定手段は、熱電対である。

また、例えば請求項 1 4 に規定するように、前記加熱手段は加熱ランプを有し、前記載置台は、熱伝導性が低く且つ前記加熱ランプからの熱線を遮断するように着色されたリング状の保持部材により保持される。

これによれば、加熱手段の加熱ランプから放射された熱線の内で載置台以外の部分に向かう熱線は、内部で乱反射しても載置台の周縁部を保持する着色された保持部材により最終的に吸収してしまうので、この乱反射した熱線が処理空間側に漏れ出て放射温度計へ入射することはないので、被処理体の温度をより高い精度で測定することが可能となる。

【 0 0 1 6 】

請求項 1 5 に係る発明は、被処理体に対して所定の処理を施すための処理装置において、真空引き可能になされた処理容器と、前記被処理体を載置する載置台と、前記載置台の下方に設けられて前記被処理体を加熱する加熱ランプを有する加熱手段と、熱伝導性が低く且つ前記加熱ランプからの熱線を遮断するように不透明な材料により形成されて、前記載置台の周囲と接触してこれを保持するリング状の保持部材と、処理ガスを供給するために前記処理容器の天井部に設けたシャワーヘッド構造と、前記シャワーヘッド構造に設けられた放射温度計と、を備えたことを特徴とする処理装置である。

これによれば、加熱手段の加熱ランプから放射された熱線の中で載置台以外の部分に向かう熱線は、内部で乱反射しても載置台の周縁部を保持する着色された保持部材により最終的に吸収してしまうので、この乱反射した熱線が処理空間側に漏れ出て放射温度計へ入射することはないので、被処理体の温度をより高い精度で測定することが可能となる。

【 0 0 1 7 】

この場合、請求項 1 6 に規定するように、例えば前記保持部材は、酸化ニオブ等の黒色の金属酸化物を含んだ石英、黒色の SiC を含んだ石英、カーボンを含んだ石英、カーボンを含んだ黒色の AlN 等の黒色のセラミックスの内のいずれかよりなる。

また例えば請求項 1 7 に規定するように、前記保持部材の上面には、熱線を遮断する遮断リングが設けられ、前記遮断リングは、酸化ニオブ等の黒色の金属酸化物を含んだ石英、黒色の SiC を含んだ石英、カーボンを含んだ石英、カーボンを含んだ黒色の AlN 等の黒色のセラミックスの内のいずれかよりなる。

【 0 0 1 8 】

請求項 1 8 に係る発明は、真空引き可能になされた処理容器と、被処理体を載置する載置台と、前記被処理体を加熱する加熱手段と、処理ガスを供給するために前記処理容器の天井部に設けたシャワーヘッド構造と、を有して前記被処理体に対して所定の処理を施すための処理装置において、前記シャワーヘッド構造を上下方向へ貫通するように設けた熱線導出通路と、前記熱線導出通路の上端開口部に測定窓を介して取り付けた放射温度計と、前記熱線導出通路に不活性ガスを導入するための不活性ガス導入通路とを備え、前記熱線導出通路の下端開口部より流出して前記載置台の外側に向けて流下しつつ拡散して行く前記不活性ガスの主ガス流が、前記載置台の上面と同一の水平レベルまで流下する位置が、前記載置台上に載置される前記被処理体の外周よりも外側になるように、前記熱線導出通路を前記シャワーヘッド構造の中心より離れた位置に偏心させて設けるように構成したことを特徴とする処理装置である。

これによれば、放射温度計を取り付けた測定窓に膜が付着しないように流す不活性ガスの主ガス流が、処理中の被処理体の表面に当接しないようにしたので、

被処理体の表面に堆積される膜が局部的に薄くなることを防止することができる。

【0019】

この場合、例えば請求項19に示すように、前記シャワーヘッド構造の中心と前記熱線導出通路の下端開口部の中心との間の距離は、前記被処理体の半径の70%～100%の範囲内の距離に設定されている。

また、例えば請求項20に示すように、前記シャワーヘッド構造の下面と前記載置台の上面との間の距離は、20mm～30mmの範囲内であり、前記不活性ガスの流量は3sccm～100sccmの範囲内である。

【0020】

また、請求項21に係る発明は、上記処理装置によって行われる処理方法を規定したものであり、すなわち、シャワーヘッド構造のガス噴射孔より真空引き可能になされた処理容器の処理空間に処理ガスを噴射し、加熱手段により所定の温度になされた被処理体に対して所定の処理を施すようにした処理方法において、前記ガス噴射孔に放射温度計の光検出子を挿通して設け、前記放射温度計の検出値に基づいて前記加熱手段を制御するようにしたことを特徴とする処理方法である。

また、請求項22に係る発明は、シャワーヘッド構造のガス噴射孔より真空引き可能になされた処理容器の処理空間に処理ガスを噴射し、被処理体を載置する載置台に設けた温度測定手段の検出値に基づいて加熱手段を制御して前記被処理体を所定の温度に維持しつつ所定の処理を施すようにした処理方法において、前記温度測定手段の検出値に基づいて前記加熱手段を制御することにより所定の枚数の前記被処理体に所定の処理を施す連続処理工程と、温度校正用の被処理体に対して所定の処理を施しつつこの時の前記温度校正用の被処理体の温度を、前記ガス噴射孔に挿通するようにして設けられた光検出子を有する放射温度計により検出してモニタする温度校正用処理工程と、前記モニタにより検出された検出値と前記被処理体の目標温度値とに基づいて前記載置台の設定温度値を校正する温度校正工程と、を有することを特徴とする処理方法である。

【0021】

この場合、例えば請求項 2 3 に規定するように、前記連続処理工程と、前記温度校正用処理工程と、前記温度校正工程とを、所定の回数繰り返し行った時に前記処理容器内をクリーニングするクリーニング工程を行う。

また、例えば請求項 2 4 に規定するように、前記クリーニング工程を行なった後に、前記処理容器内に前記被処理体を入れない状態で前記処理ガスを供給して薄膜を形成するプリコート工程を行う。

この場合、例えば請求項 2 5 に規定するように、前記光導入口ロッドは、該光導入口ロッドが昇降機能になされている場合には、少なくともクリーニング工程時には、前記光導入口ロッドは退避されている。

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】

以下に本発明に係るシャワーヘッド構造、処理装置及び処理方法の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

図 1 は本発明に係るシャワーヘッド構造を備えた処理装置を示す断面構成図、図 2 はシャワーヘッド構造のガス噴射面を示す模式図、図 3 はガス噴射面の一部を示す拡大図、図 4 はシャワーヘッド構造の一部を示す拡大断面図である。ここでは、処理として金属酸化膜であるタンタル酸化膜を C V D により成膜する場合を例にとって説明する。

【 0 0 2 3 】

まず、この処理装置 2 は、図 1 に示すように例えばアルミニウムにより筒体状に成形された処理容器 4 を有している。この処理容器 4 の底部 6 には、排気口 8 が設けられて、処理容器 4 内を真空引き可能としている。この処理容器 4 の天井部には、Oリング等のシール部材 1 0 を介してシャワーヘッド構造 1 2 が設けられており、この下面のガス噴射面 1 8 に設けた多数のガス噴射孔 2 0 A、2 0 B から処理空間 S に向けて各種の処理ガスを噴射するようになっている。

この処理容器 4 内には、処理容器 4 の底部 6 より起立させた円筒状のリフレクタ 2 2 上に、例えば L 字状の 3 本の保持部材 2 4（図 1 では 2 本のみ記す）を介して被処理体としての半導体ウエハ W を載置するための載置台 2 6 が設けられている。

【 0 0 2 4 】

この載置台 2 6 の下方には、複数本、例えば 3 本の L 字状のリフタピン 2 8（図示例では 2 本のみ記す）が上方へ起立させて設けられており、このリフタピン 2 8 の基部は、上記リフレクタ 2 2 に形成した縦長挿通孔（図示せず）を挿通して、リング部材 3 0 に共通に接続されている。そして、このリング部材 3 0 を処理容器 4 の底部 6 に貫通して設けられた押し上げ棒 3 2 により上下動させることにより、上記リフタピン 2 8 を載置台 2 6 に貫通させて設けたリフタピン孔 3 4 に挿通させてウエハ W を持ち上げ得るようになっている。

上記押し上げ棒 3 2 の容器底部 6 の貫通部には、処理容器 4 において内部の気密状態を保持するために伸縮可能なペローズ 3 6 が介設され、この押し上げ棒 3 2 の下端はアクチュエータ 3 8 に接続されている。

【 0 0 2 5 】

また、処理容器 4 の底部の周縁部に設けた排気口 8 には図示しない真空ポンプに接続された排気通路 4 0 が接続されており、処理容器 4 内を所定の真空度まで真空引きし得るようになっている。また、処理容器 4 の側壁には、ウエハを搬出入する際に開閉されるゲートバルブ 4 2 が設けられる。

また、載置台 2 6 の直下の容器底部 6 には、大口径の底部開口 4 4 が設けられると共に、この底部開口 4 4 には、石英等の熱線透過材料よりなる透過窓 4 6 が O リング等のシール部材 4 8 を介して気密に設けられており、この下方には、透過窓 4 6 を囲むように箱状の加熱室 5 0 が設けられている。この加熱室 5 0 内には加熱手段として例えば複数の加熱ランプ 5 2 が反射鏡も兼ねる回転台 5 4 に取り付けられており、この回転台 5 4 は、回転軸を介して加熱室 5 0 の底部に設けた回転モータ 5 6 により回転される。従って、この加熱ランプ 5 2 より放出された熱線は、透過窓 4 6 を透過して薄い載置台 2 6 の下面を照射してこれを加熱し、更にこの載置台 2 6 上のウエハ W を間接的に加熱し得るようになっている。

【 0 0 2 6 】

一方、処理容器 4 の天井部に設けたシャワーヘッド構造 1 2 は、本出願人が先に特開平 1 0 - 7 9 3 7 7 号公報で開示した構造と同様に形成されている。すなわち、シャワーヘッド構造 1 2 は載置台 2 6 の上面の略全面を覆うように対向さ

せて設けられ、載置台 2 6 との間に処理空間 S を形成している。このシャワーヘッド構造 1 2 は処理容器 4 内に処理ガスとして成膜用の原料ガスや酸素等をシャワー状に導入するものであり、シャワーヘッド構造 1 2 の下面のガス噴射面 1 8 には、前述のようにガスを噴出するための多数の噴射孔 2 0 A、2 0 B が形成される。

【0027】

このシャワーヘッド構造 1 2 内は、原料ガス用ヘッド空間 6 0 A とアシストガス用ヘッド空間 6 0 B とに 2 つに区画されており、原料ガス用ヘッド空間 6 0 A には、原料ガスとして例えばヘリウム等の不活性ガスよりなるキャリアガスで気化された気化状態の金属酸化膜原料、例えば金属アルコキシド ($\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$: ペントエトキシタンタル) を流量制御可能に導入するようになっている。また、アシストガス用ヘッド空間 6 0 B には、成膜反応を行うアシストガスとしてここでは酸化ガスである酸素を流量制御可能に導入するようになっている。そして、上記ガス噴射孔 2 0 A、2 0 B は、上記原料ガス用ヘッド空間 6 0 A に連通される原料ガス噴射孔 2 0 A とアシストガス用ヘッド空間 6 0 B に連通されるアシストガス噴射孔 2 0 B の 2 つの群に分けられており、成膜時には両ガス噴射孔 2 0 A、2 0 B から噴出された原料ガスとアシストガスである酸素とを処理空間 S にて混合して、いわゆるポストミックス状態で供給するようになっている。図 2 及び図 3 では両ガス噴射孔を区分するために、便宜上、原料ガス噴射孔 2 0 A を斜線の丸で示し、アシストガス噴射孔 2 0 B を白丸で示している。

【0028】

また、シャワーヘッド構造 1 2 の側壁にはこの部分の温度を原料ガスの液化及び分解を防止するために、例えば 1 4 0 ~ 1 8 0 °C 程度に加熱するための加熱ヒータ 6 2 が設けられており、また、処理容器 4 の側壁にも、壁面を加熱するために加熱ヒータ 6 4 が設けられており、側面を原料ガスが液化しないで、且つ熱分解しない温度、例えば 1 4 0 ~ 1 8 0 °C の範囲内に維持するようになっている。

そして、このシャワーヘッド構造 1 2 には、本発明の特徴とする放射温度計 6 6 が設けられる。具体的には、この放射温度計 6 6 は、実際に上記半導体ウエハ W からの光を捕集するための光導入口ッド 6 8 と、この光導入口ッド 6 8 で取り

込んだ光（輝度）に基づいてウエハWの温度を求める温度検出部70とを有している。この光導入口ロッド68は、例えば石英やサファイア等よりなる細い棒状体として形成されており、シャワーヘッド構造12の天井部を貫通するようにして下方向へ直線状に設けている。そして、この光導入口ロッド68の天井部に対する貫通部には、気密性を維持するためのOリング等のシール部材72が介在されると共に、この光導入口ロッド68の下部は、図1及び図4にも示すように、ガス噴射面18に多数形成された上記アシストガス噴射孔20Bの内の、実質的に中心部に位置するアシストガス噴射孔20B'内に挿通されている。そして、このロッド先端は、アシストガス噴射孔20Bの開口端と略同一水平レベルとなるように設定されている。従って、成膜時にこのアシストガスの噴射孔20B'からはO₂ガスが噴射されるので、この光導入口ロッド68の先端である光導入面68Aに余分な薄膜が付着することを阻止できるようになっている。ここで光を捕集する範囲は、光導入口ロッド68の先端にて略45°の広がり角度の範囲である。従って、この広がり角度の範囲があるので、温度検出部70、光導入口ロッド68の設置位置に自由度を持たせることができる。

【0029】

ここで、上記原料ガス噴射孔20Aやアシストガス噴射孔20B（20B'も含む）は、ウエハWの表面に膜厚が面内均一になるように薄膜が堆積するようにガス噴射面18に適正に分散させてそれぞれ配置されている。そして、本発明の重要な点はその内の1つのアシストガス噴射孔20B'に、上述のように光導入口ロッド68を挿通して設けている点である。これにより、光導入口ロッド68への膜付着防止のために成膜処理に不要な不活性ガスを用いなくても済むことになる。そして、この場合、上記光導入口ロッド68を設けることによって、これを挿通したアシストガス噴射孔20B'の直下のガス流量の乱れやガス分圧の乱れ等が生じると、このアシストガス噴射孔20B'の直下近傍のウエハ表面の膜厚に影響を与えて膜厚の面内均一性を劣化させる原因になることから、この光導入口ロッド68が挿通されたアシストガス噴射孔20B'の開口面積Sは、他のアシストガス噴射孔20Bの開口面積S1よりも、上記光導入口ロッド68の断面積に相当する面積S2だけ大きく設定するのが好ましい。換言すれば、光導入口ロッド68

が挿通されたアシストガス噴射孔 2 0 B' のガス噴射面積は、この開口面積 S より光導入口ロッド 6 8 の断面積 S 2 を引いた値となり、この値が他の一般のアシストガス噴射孔 2 0 B の開口面積 S 1、すなわちガス噴射面積と略同じになるように設定するのが好ましく、これにより、上記光導入口ロッド 6 8 をアシストガス噴射孔 2 0 B' 内に設けても、アシストガスの噴射量の分布に悪影響を受けることを極力抑制することが可能となる。

【 0 0 3 0 】

具体的には、ガス種等にもよるが、原料ガス噴射孔 2 0 A の直径 D 1 は、例えば 2. 5 mm 程度であり、一般的なアシストガス噴射孔 2 0 B の直径 D 2 は例えば 1 mm 程度であり、また、光導入口ロッド 6 8 の直径 D 3 は例えば 1. 2 mm 程度なので、光導入口ロッド 6 8 を挿通したアシストガス噴射孔 2 0 B' の直径 D は 1. 5 6 mm 程度である。すなわち、アシストガス噴射孔 2 0 B のドリルによる穿孔形成時に、上記光導入口ロッド 6 8 を挿通するアシストガス噴射孔 2 0 B' のみの直径をやや大きく穴加工を行うことになる。

また図 1 に戻って、上記温度検出部 7 0 の出力は、例えばマイクロコンピュータ等よりなる温度制御部 7 4 に入力されており、この温度制御部 7 4 は、上記温度検出部 7 0 の検出値に基づいて、加熱手段である加熱ランプ 5 2 の出力を制御し、ウエハ温度をコントロールするようになっている。

【 0 0 3 1 】

次に、以上のように構成された処理装置を用いて行われる本発明の処理方法について説明する。

まず、真空状態に維持された処理容器 4 内に、図示しないトランスファチャンバやロードロック室側から開放されたゲートバルブ 4 2 を介して未処理の半導体ウエハ W を搬入し、リフタピン 2 8 を上下動することによってこのウエハ W を載置台 2 6 上に載置する。

そして、処理容器 4 内を真空引きして所定のプロセス圧力を維持しつつ加熱ランプ 5 2 を駆動して半導体ウエハ W を所定の温度まで昇温して維持し、シャワーヘッド構造 1 2 から原料ガスと O₂ ガスとを処理空間 S に供給し、これにより、金属酸化膜の成膜処理を行う。

【0032】

この場合、液体原料である $Ta(OC_2H_5)_5$ は He ガスを用いて気化器により気化されて原料ガスとなって供給され、また、この供給系は原料ガスの再液化防止のために周知のように所定の温度、例えば $160^{\circ}C$ 程度に予熱されている。

シャワーヘッド構造 12 の原料ガス用ヘッド空間 60A に流れ込んだ原料ガスは、これよりガス噴射面 18 に設けた原料ガス噴射孔 20A から処理空間 S に供給されることになる。

【0033】

一方、シャワーヘッド構造 12 のアシストガス用ヘッド空間 60B に到達した O_2 ガスはこれよりガス噴射面 18 に設けたアシストガス噴射孔 20B、20B' から処理空間 S に供給されることになる。

このように処理空間 S に噴出された原料ガスと O_2 ガスは、この処理空間 S で混合されて反応し、ウエハ表面に、例えば酸化タンタル膜 (Ta_2O_5) を堆積し、成膜することになる。

この時のウエハ温度は $400 \sim 500^{\circ}C$ の範囲内、例えば $480^{\circ}C$ 程度であり、シャワーヘッド構造 12 の表面温度は例えば $150^{\circ}C$ 程度である。

ここで、ウエハ W の表面からの光はガス噴射面 18 の略中央部のアシストガス噴射孔 20B' 内に設けた放射温度計 66 の光導入口ロッド 68 で捕集されて、その温度が温度検出部 70 で求められる。この放射温度計 66 で検出されたウエハ温度は温度制御部 74 へ入力され、この入力されたウエハ温度に基づいてこの温度制御部 74 は、上記加熱ランプ 52 の出力を制御し、ウエハ温度が所定の値を維持するようにコントロールする。

【0034】

このような状況下において、上記光導入口ロッド 68 の先端の光導入面 68A に不要な薄膜が付着すると、この薄膜により光導入口ロッド 68 に導入される光の一部が吸収されてウエハ温度の検出値が不正確になる恐れが生ずるが、本実施例の場合には、この光導入口ロッド 68 を挿通したアシストガス噴射孔 20B' からアシストガスとして O_2 ガスが噴射されているので、光導入面 68A に不要な薄

膜が付着することを防止することができる。従って、光導入口面 6 8 A には不要な薄膜がほとんど付着することはないので、ウエハ温度を常に略正確に検出することができることから、ウエハ温度を正確にコントロールすることができる。

また、上記光導入口ロッド 6 8 は、特別に設けた取付孔ではなく、しかも余分な不活性ガスを用いるのでもなく、この成膜反応に必要なアシストガスを供給するアシストガス噴射孔 2 0 B' に設けてこのアシストガスにより余分な薄膜が付着することを防止するようにしたので、この光導入口ロッド 6 8 を設けた箇所の真下近傍の原料ガスの分圧に悪影響を与えることもなく、処理の面内均一性、すなわち、ここでは膜厚の面内均一性を劣化させることなくこれを高く維持することができる。

【 0 0 3 5 】

しかも、光導入口ロッド 6 8 が挿通されたアシストガス噴射孔 2 0 B' のガス噴射面積（＝開口面積 S －孔導入口ロッド 6 8 の断面積 S_2 ）を、他のアシストガス噴射孔 2 0 B の開口面積 S_1 （＝ガス噴射面積）と略同一になるように設定しているの、アシストガスである O_2 ガスの噴射量の分布が悪影響を受けることがなく、この点より、膜厚の面内均一性を一層高く維持することが可能となる。

尚、ここで孔導入口ロッド 6 8 をアシストガス噴射孔 2 0 B' ではなく、原料ガス噴射孔 2 0 A 内に挿通させて設けることも考えられるが、この場合には、原料ガス中の成分が孔導入口ロッド 6 8 の孔導入口面 6 8 A を含む表面に付着して薄膜を形成するので好ましくない。

【 0 0 3 6 】

また、ここで上記シャワーヘッド構造 1 2 に取り付けた放射温度計 6 6 が適正に且つ精度良くウエハ W の温度を測定して検出できるか否か、という点について評価実験を行ったので、その評価結果について説明する。

図 5 は成膜処理を行う前の熱電対（ウエハに装着）の計測温度と放射温度計の計測温度との差を示すグラフ、図 6 は成膜処理を行う前後の熱電対（ウエハ装着）の計測温度と放射温度計の計測温度との差の変化を示すグラフである。

まず、図 5 に示す場合にはプロセス温度は、4 4 0℃、4 6 0℃、4 8 0℃の 3 種について行っており、各プロセス温度において、プロセス圧力を 0. 3 T o

rr (40 Pa)、1.2 Torr (160 Pa) 及び 2.5 Torr (333 Pa) の 3 通りに変化させている。アシストガスとして N_2 ガスを 1000 sccm で供給した。また、ウエハの真の温度は、このウエハに熱電対を直接的に取り付けて測定している。

図示するように、放射温度計の計測値と熱電対の計測値の差である温度差は、440~480℃の各温度において -0.4~+0.4℃の範囲内であり、±0.5℃の範囲内に納まって良好な結果を示しているので、放射温度計で正確にウエハ温度を計測できることが判明した。

【0037】

次に、成膜処理が放射温度計に与える影響を調べるために、実際に成膜処理を行う前の温度差と、成膜処理を行った後の上記温度差がどのように変化するか評価を行った。ここでは、全体として厚さ 2 μ m の Ta_2O_5 (タンタル酸化膜) を成膜処理した。また、プロセス温度は 440℃、460℃ 及び 480℃ の 3 通りに変化させており、各温度において、プロセス圧力を 0.3 Torr (40 Pa)、1.0 Torr (133 Pa)、2.5 Torr (333 Pa) 及び 5.0 Torr (665 Pa) の 4 通りに変化させた。

図 6 から明らかなように、各プロセス温度に共通して、0.3 Torr の時は温度差が略 -1.0℃ まで達してやや劣るが、使用に耐え得る範囲内であり、また、プロセス圧力が 1.0~5.0 Torr の範囲内では、温度差は全て ±0.5℃ の範囲内に納まっており、特に良好な結果を示していることが判明した。

【0038】

また、上記実施例にあっては、シャワーヘッド構造 12 のガス噴射面 18 の略中央部に 1 つの孔導入口ロッド 68 を設けた場合について説明したが、処理装置によっては載置台 26 を複数の加熱ゾーンに分割して、加熱ゾーン毎に独立して温度制御をする場合もあり、このような装置例の場合には、加熱ゾーン毎に放射温度計の光導入口ロッド 68 を設けるようにしてもよい。図 7 は載置台を内周と外周の 2 つの加熱ゾーンに分割した時のガス噴射面に対する光導入口ロッドの配置状態を示す図、図 8 は載置台を内周と、中周と、外周の 3 つの加熱ゾーンに分割した時のガス噴射面に対する光導入口ロッドの配置状態を示す図である。

図 7 に示す場合には、載置台の加熱ゾーンが内周ゾーンと外周ゾーンとに同心円状に分離されている時のシャワーヘッド構造のガス噴射面 1 8 を示し、このガス噴射面 1 8 の内周と外周とに対応させて、それぞれ光導入口ロッド 6 8 を設けており、それぞれの放射温度計の検出値に基づいて各ゾーン毎に載置台の温度制御を行うことができる。

【 0 0 3 9 】

また、図 8 に示す場合には、載置台の加熱ゾーンが、内周ゾーンと中周ゾーンと外周ゾーンとに同心円状に分離されている時のシャワーヘッド構造のガス噴射面 1 8 を示し、このガス噴射面 1 8 の内周と中周と外周とに対応させて、それぞれ光導入口ロッド 6 8 を設けており、それぞれの放射温度計の検出値に基づいて各ゾーン毎に載置台の温度制御を行うことができる。

ここで、加熱ゾーンの分割形態は、上述のような同心円状の分割形態に限定されず、どのような分割形態を取ってもよい。

【 0 0 4 0 】

以上の実施例では、ウエハ W の熱処理時にはこの温度を放射温度計 6 6 で常時計測し、この計測値を温度制御部 7 4 へ入力して加熱ランプ 5 2 をフィードバック制御してウエハ温度をコントロールしていたが、これに限定されず、載置台 2 6 に熱電対を設けてこの熱電対の計測値で加熱ランプをフィードバック制御し、そして、定期的、或いは不定期的に、放射温度計を用いてウエハ温度を求めて設定温度値を校正（補正）するようにしてもよい。また光導入口ロッド 6 8 は、光ファイバの様に曲げることができる材料とすることにより、シャワーヘッド構造 1 2 内を引き回すことができ、これにより温度検出部 7 0 の設置位置を自由に決めることができる。

【 0 0 4 1 】

< 第 1 の変形例 >

図 9 はこのような本発明の第 1 の変形例の処理装置を示す構成図である。尚、図 1 中に示す部分と同一構成部分については同一符号を付して説明を省略する。

図示するように、ここでは載置台 2 6 に温度測定手段として例えば熱電対 8 0 を設けており、ここで測定された検出値を温度制御部 8 2 へ入力し、この検出

値に基づいて加熱ランプ 5 2 への電力をコントロールして上記載置台 2 6 が所定の設定温度値を維持するように制御することになる。

一方、シャワーヘッド構造 1 2 に設けた放射温度計 6 6 で測定された検出値は、温度校正制御部 8 4 へ入力されるようになっており、ここで必要に応じてこの検出値と上記熱電対 8 0 とに基づいて、上記温度制御部 8 2 における設定温度値を校正し得るようになっている。

【 0 0 4 2 】

次に、この装置例の動作について説明する。

まず、上述のように設定温度値を校正する理由は、以下の通りである。

一般に、載置台 2 6 とウエハ W との接触面は微視的に見て均一ではなく、僅かな不均一な隙間が存在することからこれが熱抵抗となってウエハ W の真の温度は、載置台 2 6 の真の温度よりも数度、例えば 5℃ 程度低くなって温度差が発生することは避けられない。従って、熱処理時に載置台 2 6 の温度をコントロールする場合には、上記温度差を加味して載置台の設定温度値を定めることになる。例えばウエハ温度を 4 6 0℃ にして熱処理を行いたい場合には、上記温度差、例えば 5℃ を加味して載置台 2 6 の設定温度値を 4 6 5℃ に設定することになる。

【 0 0 4 3 】

ここで成膜処理が進行してある程度の枚数のウエハを成膜処理すると、処理容器の内壁等にも薄膜が付着してこれが内部の熱反射率等を変化、例えば低下させてしまうので、これに起因して、載置台 2 6 の温度を 4 6 5℃ に維持しているにもかかわらず、ウエハ W が目標温度である 4 6 0℃ まで十分に加熱されずに、例えば 3℃ 低い 4 5 7℃ を維持してしまうことになる。このような時に、上記温度が低くなった 3℃ 分だけ、上記載置台 2 6 の設定温度値を校正し、ここでは 4 6 8℃ ($= 4 6 5℃ + 3℃$) に再設定することになり、これによりウエハ温度を再度 4 6 0℃ に維持することが可能となる。

実際の熱処理時には、まず、所定の枚数、例えば 1 ロット 2 5 枚だけのウエハ W を連続して熱処理（成膜）する（これを連続処理工程と称す）。この連続処理工程の間は放射温度計 6 6 からの検出値は用いないで、載置台 2 6 に設けた熱電対 8 0 にて測定した検出値を常時用以て温度制御部 8 2 は加熱ランプ 5 2 をフィ

ードバック制御する。ここでの載置台 2 6 の設定温度値は、上述したと同様にウエハ W の温度を 4 6 0℃にするために、初期の載置台 2 6 とウエハ W との間の温度差を 5℃と仮定して、4 6 5℃とする。

【 0 0 4 4 】

このようにして、所定の枚数のウエハ処理が行われたならば、次の温度校正用処理工程へ移行する。ここでは、処理容器 4 内へ、製品用のウエハ W ではなく、温度校正用の被処理体である温度校正用のダミーウエハを搬入し、プロセス圧力、プロセス温度を上記した製品用のウエハと同様にして処理を行う。尚、この際、成膜用の処理ガスの供給は行わないようにしてもよい。この温度校正用のダミーウエハを熱処理する時には、シャワーヘッド構造 1 2 に設けた放射温度計 6 6 も動作させて、上記ダミーウエハの温度を検出してモニタすることになり、この検出値は上記温度校正制御部 8 4 へ入力される。これと同時に、上記熱電対 8 0 で測定された検出値も上記温度校正制御部 8 4 へも入力されることになる。

【 0 0 4 5 】

このように、温度校正用処理工程を終了したならば、次に、温度校正工程へ移行する。すなわち、上記モニタした放射温度計 6 6 の検出値と上記ウエハ W の目標温度値とに基づいて上記温度制御部 8 2 の載置台 2 6 に対する設定温度値を校正する。尚、この目標温度値は、予め記憶させておいてもよいし、上記温度制御部 8 2 側から情報として得るようにしてもよい。例えば前述したように、ウエハ温度が目標温度値である 4 6 0℃よりも 3℃低い 4 5 7℃（放射温度計の検出値）であった場合には、上記温度制御部 8 2 に対して、載置台 2 6 の設定温度値に 3℃プラスして新たな設定温度値として 4 6 8℃に校正する。このように、設定温度値が 4 6 8℃に設定され、次のウエハ処理からは、この再設定された設定温度値である 4 6 8℃になるよう載置台 2 6 の温度が制御され、これによりウエハ温度が目標温度値である 4 6 0℃に維持されることになる。

【 0 0 4 6 】

そして、上記連続処理工程、温度校正用処理工程及び温度校正工程が、この順序で所定の回数繰り返行われることになる。

このようにして、載置台の設定温度値を常に適正な値に校正することができ、

ウエハWの処理温度を常時、略目標温度値を維持しつつ所定の熱処理を行うことが可能となる。

また、上述のように、上記各工程を所定の回数繰り返し行ったらば、処理容器4内にパーティクルの原因となる不要な膜が多量に付着することになるので、例えば ClF_3 、 NF_3 、 C_2F_6 、 CF_4 等のクリーニングガスを処理容器4内へ流すことによりクリーニング処理を行って、上記不要な膜を除去する。

そして、このようなクリーニング処理を行ったらば、処理容器4内の熱的なコンディションを整えるために、ウエハWを処理容器4内へ入れない状態で、上記成膜処理と同様なプロセス条件で処理ガス等を流して処理容器4の内壁及びこの中の構造物の表面に薄膜を付着させるプリコート処理を行う。

【0047】

このようなプリコート処理を行ったらば、処理容器4内の壁面等の反射率も変化しているので、製品ウエハを流す前に、前記した温度校正用処理工程及び温度校正工程を行うようにするのがよい。これにより、クリーニング後でも、載置台の設定温度値を適正な値に校正することができる。

上記連続処理工程でのウエハWの処理枚数は25枚に限定されず、ウエハ1枚当たりの成膜量等に基づいて任意に設定できる。

【0048】

<第2の変形例>

上記各実施例にあつては、放射温度計66の光導入口ロッド68を固定的に設けた場合を例にとって説明したが、これに限定されず、この光導入口ロッド68を上方向へ昇降可能に設け、必要時にはこの光導入口ロッド68を処理空間Sから退避させることができるような構造としてもよい。

図10は図1に示す処理装置に光導入口ロッドを昇降可能に設けた時の処理装置の第2の変形例を示す構成図、図11は図10に示す処理装置の光導入口ロッドの動作を示す部分拡大図である。

【0049】

図10及び図11に示すように、この実施例の場合には、シャワーヘッド構造12のヘッド天井板12Aにこれを貫通させてロッド貫通孔90を設けており、

これに上下動可能に遊嵌状態で上記光導入口ロッド 6 8 を挿通させている。そして、この光導入口ロッド 6 8 の上端と上記ヘッド天井部 1 2 A との間には、例えば金属製の蛇腹よりなるベローズ 9 2 が介在されており、上記アシストガス用ヘッド空間 6 0 B 内の気密性を維持しつつ上記光導入口ロッド 6 8 の昇降移動を許容し得るようになっている。

そして、この光導入口ロッド 6 8 の上端、或いは上記ベローズ 9 2 の上端は、例えばアクチュエータよりなるロッド昇降機構 9 4 のアーム 9 4 A に接続されており、必要に応じてこの光導入口ロッド 6 8 を昇降するようになっている。

【 0 0 5 0 】

この実施例においては、例えば温度校正用処理工程を行う場合には、図 1 1 (A) に示すように光導入口ロッド 6 8 を最下端まで降下させて、その光導入面 6 8 A を処理空間 S に臨ませておく。そして、通常の処理時（例えば成膜時）或いは連続処理時（例えば連続成膜処理時）、更にはクリーニング工程時には、図 1 1 (B) に示すように光導入口ロッド 6 8 を上昇させて、この先端の光導入面 6 8 A に膜が付着しないような位置、或いはクリーニングガスに削られないような位置に保持している（図示例ではアシストガス用ヘッド空間 6 0 B まで上昇させている）。

これにより、光導入面 6 8 A には不要な膜が付着したり、或いはこの部分がクリーニングガスにより削られて表面荒れが生じたりすることがないので、この光導入面 6 8 A から入射する光の入射光率が変動することがなく、温度校正の再現性を高く維持することが可能となる。

尚、成膜時にこの光導入口ロッド 6 8 を使用する場合には、この光導入口ロッド 6 8 を図 1 1 (A) に示すように降下させておくのは勿論である。

【 0 0 5 1 】

また、上記実施例では、ベローズ 9 2 内へアシストガス用ヘッド空間 6 0 B からある程度の量のアシストガスが侵入する恐れが生ずるが、図 1 2 に示すように、上記ロッド貫通孔 9 0 の上端部に、これを閉じるための開閉可能になされたゲートバルブのような小型の隔離バルブ 9 6 を設けるようにしてもよい。この隔離バルブ 9 6 は、上記光導入口ロッド 6 8 も挿通でき、これを図 1 2 (B) に示すよ

うに上方へ完全に引き抜いた時にこの隔離バルブ 9 6 を閉じることにより、このベローズ 9 2 内を完全に閉じることができるようになっている。

【 0 0 5 2 】

この場合には、光導入口ロッド 6 8 を使用しない時には、図 1 2 (B) に示すようにこの光導入口ロッド 6 8 を上昇させてベローズ 9 2 内へ完全に収容して隔離バルブ 9 6 を閉じるので、この光導入口面 6 8 A に不要な膜が付着したり、クリーニングガスにより表面荒れが生ずることを、確実に防止できるのみならず、この伸長状態のベローズ 9 2 内にアシストガスが流入することも防止できる。

尚、以上の各実施例では、加熱手段として加熱ランプ 5 2 を採用した場合について説明したが、これに限定されず、加熱手段として載置台に埋め込んだ抵抗加熱ヒータを用いた場合にも、本発明を適用することができる。

また、処理として成膜処理に限らず、光導入口ロッドに薄膜が付着する恐れのあるような処理、例えばプラズマエッチング処理を行うエッチング処理装置にも本発明を適用することができる。この場合には、シャワーヘッド構造において、エッチングガスを噴射する噴射孔に上記光導入口ロッドを設けるように構成すればよい。

【 0 0 5 3 】

< 第 3 の変形例 >

上記各実施例では、載置台 2 6 は、例えば石英製の L 字状になされたロッド状の 3 本の保持部材 2 4 で支持されていることから、加熱ランプ 5 2 より放射された熱線が、載置台 2 6 の下方で乱反射した後に、リフレクタ 2 2 の上端と載置台 2 6 の外周との間の隙間を通過して処理空間 S 側に入り込み、更に、この熱線が処理空間 S 内にて乱反射して光導入口ロッド 6 8 に侵入することがあるため、この放射温度計 6 6 で測定したウエハ温度が、実際のウエハ温度よりもかなり高い検出値となってしまう、検出精度が低下してしまう場合があった。

また上記保持部材 2 4 に替えて、載置台 2 6 をリング状の透明な石英により構成する従来装置も知られてはいるが、この場合には、上記乱反射する熱線は、透明な石英を通過して同様に処理空間 S 側に侵入するので、この場合にも上記したと同様な問題があった。この第 3 の変形例では上記した熱線の乱反射による悪影

響を抑制することを目的としている。

【 0 0 5 4 】

図 1 3 は本発明の処理装置の第 3 の変形例を示す構成図である。ここでは図 9 に示した部分と同一構成部分には同一符号を付し、その説明を省略する。

ここでは、先に説明した各実施例とは、載置台 2 6 の支持構造が大きく変わることになる。すなわち、載置台 2 6 の下方には、内面が例えば鏡面状になされた円筒体状のリフレクタ 2 2 が起立させて設けられており、下方の加熱ランプ 5 2 から放射される熱線を上方の載置台 2 6 側へ反射し得るようになっている。そして、このリフレクタ 2 2 の外周側には、同じく円筒体状に成形された例えばアルミニウム製の支持筒 1 0 0 が、上記リフレクタ 2 2 と同心円状に設けられている。

【 0 0 5 5 】

この支持筒 1 0 0 の上端部には、例えばアルミニウム製の円形リング状のアタッチメント部材 1 0 2 が取り付け固定されている。更に、この円形リング状のアタッチメント部材 1 0 2 の内周側には、これよりも半径が小さくされて同じく円形リング状に成形された本発明の特徴とする保持部材 1 0 4 が設けられている。この保持部材 1 0 4 は、熱伝導性が低く且つ上記加熱ランプ 5 2 から放射された熱線を効果的に遮断するように着色された材料により形成されている。そして、この保持部材 1 0 4 の内側周縁部にて、上記例えば S i C 製の載置台 2 6 の周縁部と直接接触させてこの載置台 2 6 を支持するようになっている。

上記保持部材 1 0 4 の材料としては、上述したように載置台 2 6 の温度を低下させないために熱伝導性の低い材料がよく、しかも、熱線を透過しない材料がよい。具体的には、保持部材 1 0 4 の材料としては、酸化ニオブ等の黒色の金属酸化物を含んだ石英、黒色の S i C を含んだ石英、カーボンを含んだ石英、カーボンを含んだ黒色の A l N 等の黒色のセラミックス等の内のいずれかを用いることができる。

【 0 0 5 6 】

さて、上述のように構成された装置例にあっては、加熱ランプ 5 2 から放射された熱線の中で、載置台 2 6 の裏面以外へ照射された熱線が載置台 2 6 の下方の

空間で乱反射しても、この乱反射光は、最終的に載置台 2 6 の裏面、或いは例えば黒色に着色された保持部材 1 0 4 に吸収されてしまうことになる。従って、この乱反射光が載置台 2 6 の上方の処理空間 S 側に漏れ出て放射温度計 6 6 の光導入口ロッド 6 8 に取り込まれることを防止することができる。従って、この放射温度計 6 6 によりウエハ温度をより正確に測定することができる。

【 0 0 5 7 】

< 第 4 の変形例 >

次に、本発明の第 4 の変形例について説明する。

図 1 4 は本発明の処理装置の第 4 の変形例を示す構成図である。尚、図 1、図 9 及び図 1 3 に示した部分と同一構成部分については同一符号を付してその説明を省略する。またここでは、堆積する膜種としてはタンタル酸化膜ではなく、複合金属材料薄膜として P Z T 膜 (P b、Z r、T i の酸化物膜) を堆積する場合を例にとって説明する。

この第 4 の変形例では、載置台 2 6 の支持構造は、図 1 3 において説明したと同様に、支持筒 1 0 0 上にリング状のアタッチメント部材 1 0 2 を設け、更にこの内側に熱伝導率が低くて且つ熱線を透過しない例えば黒色の円形リング状の保持部材 1 0 4 を設け、この保持部材 1 0 4 の内側周縁部でもって載置台 2 6 を支持する構造となっている。

【 0 0 5 8 】

そして、シャワーヘッド構造 1 2 に取り付ける放射温度計としては、ここでは光導入口ロッド 6 8 (図 9 及び図 1 3 参照) を設けていない型式の放射温度計 1 1 0 を用いている。すなわち、シャワーヘッド構造 1 2 の略中心部の近傍には、これを上下方向へ貫通させるようにして、例えば直径が 1 3 m m 程度の熱線導出通路 1 1 2 が形成されている。この熱線導出通路 1 1 2 は、当然のこととして、原料ガス用ヘッド空間 6 0 A やアシストガス用ヘッド空間 6 0 B に対して分離区画されている。そして、この熱線導出通路 1 1 2 の上端開口部には、例えば O リング等のシール部材 1 1 4 を介して例えば石英ガラスよりなる測定窓 1 1 6 が気密に取り付け固定されている。そして、この測定窓 1 1 6 の外側に上記放射温度計 1 1 0 が取り付けられており、ウエハ W の表面から上記熱線導出通路 1 1 2 を介

して放射されてくる熱線を感じて温度測定がどきるようになっている。尚、熱線は熱線導出通路 1 1 2 の先端から略 4 5° の広がり角度の範囲で検出される。

【 0 0 5 9 】

また、この測定窓 1 1 6 の直下の近傍の熱線導出通路 1 1 2 は、これより分岐されて不活性ガス導入通路 1 1 8 が形成されており、この不活性ガス導入通路 1 1 8 より僅量の不活性ガス、例えば Ar ガスを常時流すことにより、上記測定窓 1 1 6 の内側面に温度測定の障害となる不要な膜が付着する事を防止するようになっている。尚、ここではシャワーヘッド構造 1 2 内の上段の空間に P Z T ガスを導入し、下段の空間に酸化性ガスの NO₂ ガスを導入するので、前述した実施例とは逆に上段の空間が原料ガス用ヘッド空間 6 0 A となり、下段の空間がアシストガス用空間 6 0 B となる。また、これに伴って図 1 4 中のガス噴射孔 2 0 A、2 0 B の符号付けを代えている。

さて、このように構成された装置例においては、シャワーヘッド構造 1 2 の原料ガス用ヘッド空間 6 0 A には、原料液体を気化器にて気化することにより発生させた P Z T ガスが導入される。この時、気化器でのキャリアガスは、不活性ガスとして例えば Ar ガスが用いられる。また、アシストガス用空間 6 0 B には酸化性ガスとして例えば NO₂ ガスが供給される。そして、上記両ガスが処理空間 S 中にて混合されてウエハ W 上に P Z T 膜が堆積されることになる。

【 0 0 6 0 】

そして、この時のウエハ W の温度は、シャワーヘッド構造 1 2 に設けた熱線導出通路 1 1 2 を介して進行する熱線を、放射温度計 1 1 0 が検出することにより測定される。この場合、熱線導出通路 1 1 2 には、不活性ガス導入通路 1 1 8 を介して常時僅かな量の Ar ガスが供給されてパージしているので、測定窓 1 1 6 の内側面に不要な膜が付着することを防止できる。この時のパージ用の Ar ガスの流量は、例えば P Z T ガスのキャリアガスが 3 0 0 s c c m 程度の時にはこれよりも遥かに少なく、例えば 2 ~ 3 s c c m 程度である。

また、ここでも図 1 3 を参照して説明したと同様に、加熱ランプ 5 2 から放射された熱線の内で、載置台 2 6 の裏面以外へ照射された熱線が載置台 2 6 の下方の空間で乱反射しても、この乱反射光は、最終的に載置台 2 6 の裏面、或いは例

例えば黒色に着色された保持部材 1 0 4 に吸収されてしまうことになる。従って、この乱反射光が載置台 2 6 の上方の処理空間 S 側に漏れ出て放射温度計 1 1 0 に取り込まれることを防止することができる。従って、この放射温度計 1 1 0 によりウエハ温度をより正確に測定することができる。

尚、上記パージガス用及びキャリアガス用の不活性ガスとして、A r ガスに代えて、他の不活性ガス例えば H e ガス、N e ガス、N₂ ガス等も用いることができる。

また、P Z T 膜に代えて、他の複合金属材料膜、例えば B S T 膜 (B a 、 S r 、 T i の酸化物膜) 等を成膜する時にも本発明を適用することができる。

【 0 0 6 1 】

ここで、上述した本発明装置による放射温度計 1 1 0 の測定値の評価を実際に行ったので、その評価結果について説明する。

この評価に際しては、ウエハ表面にも実際に熱電対を取り付けてその温度を測定した。載置台 2 6 を保持する保持部材 1 0 4 を、従来構造のように透明な石英ガラスにより成形した場合には、熱電対によるウエハ温度の測定値が 4 3 3 °C 程度であるのに対して放射温度計 1 1 0 による測定値は、それよりも 4 0 °C 程度も高く、しかも安定していなかった。

【 0 0 6 2 】

これに対して、保持部材 1 0 4 を黒色の石英ガラスにした本発明の場合には、図 1 5 に示すように 8 回測定した結果、熱電対によるウエハ温度が 4 3 3 °C 程度であるのに対して、放射温度計 1 1 0 による測定値は、それより最大で + 2 °C 程度高いだけであり、ウエハ温度の測定精度を大幅に向上できることが判明した。

【 0 0 6 3 】

< 第 5 の変形例 >

次に本発明の第 5 の変形例について説明する。

図 1 6 は本発明の処理装置の第 5 の変形例を示す模式図、図 1 7 は図 1 6 に示す処理装置の載置台の周辺部を示す部分拡大断面図である。尚、図 1 4 に示した部分と同一構成部分については同一符号を付してその説明を省略する。

この第 5 の変形例では、円筒体状のリフレクタ 2 2 の上部と支持筒 1 0 0 の上

部との間にアタッチメント部材 1 0 2 を掛け渡しており、このリフレクタ 2 2 の上部に形成した突部 2 2 A で保持部材 1 0 4 を介して上記載置台 2 6 を保持している。そして、この保持部材 1 0 4 の上面に、この発明の特徴とする熱線を遮断する遮断リング 1 2 0 が設けられている。具体的には、図 1 7 にも示すように、載置台 2 6 の周縁部の上面には、ウエハ W の周縁部からの放熱を抑制するためにウエハ W の周囲を囲むように環状の突起部 1 2 2 が形成されている。また、載置台 2 6 の周縁部には、上記保持部材 1 0 4 で保持するためのフランジ部 1 2 4 が形成されている。この保持部材 1 0 4 は、下部保持部材 1 0 4 A と、この上に接合される上部保持部材 1 0 4 B とよりなり、上記フランジ部 1 2 4 をこの上下 2 つの保持部材 1 0 4 A、1 0 4 B で上下から挟んだ状態で保持するようになっている。

【 0 0 6 4 】

上記下部保持部材（ベースリングともいう）1 0 4 A は、載置台 2 6 の高さ方向の位置決めをするベースとしての機能を有している。上部保持部材（アイソレーションリングともいう）1 0 4 B は、載置台 2 6 の水平方向の位置決めをする機能と、処理容器 4 内を減圧する際の初期の粗引き時などに、載置台 2 6 が飛ばされたり、移動したりするのを防止すべく上方から押さえる機能とを有している。

これら上下保持部材 1 0 4 B、1 0 4 A は、耐熱性、ウエハ W に対して非汚染性および低熱伝導性を有する材料例えばアルミナ（ Al_2O_3 ）により形成されていることが好ましい。上下保持部材 1 0 4 B、1 0 4 A の材料としてはアルミナ以外に、例えば炭化珪素、酸化珪素（ SiO_2 ）、石英等であつても良い。

【 0 0 6 5 】

また、この上下保持部材 1 0 4 B、1 0 4 A は、第 4 の変形例の場合と同様に、熱線を透過しない材料、例えば酸化ニオブ等の黒色の金属酸化物を含んだ石英、黒色の SiC を含んだ石英、カーボンを含んだ石英、カーボンを含んだ黒色の AlN 等の黒色のセラミックスの内のいずれかより形成してもよい。

【 0 0 6 6 】

そして、この上記上部保持部材 1 0 4 B の上面の全体及び上記載置台 2 6 の突

起部 1 2 2 の上面を略全域に亘って覆うようにして上記遮断リング 1 2 0 が設置されており、上記保持部材 1 0 4 を介してこの載置台 2 6 の下方より上方に透過する熱線をできるだけ遮断するようになっている。この場合、この遮断リング 1 2 0 の厚さは例えば 1 . 5 m m 程度であり、その下面の一部には、上部保持部材 1 0 4 B の上面に形成されている段部に嵌まり込んで位置決めを行う突部 1 2 6 がリング状に形成されている。また、遮断リング 1 2 0 の内周端はできるだけウエハ W の外周端に接近させて設けるのが熱線の遮断効果の上で優れているが、少なくともこの遮断リング 1 2 0 は、上記上部保持部材 1 0 4 B の上面の全面を覆うようにして設ける。このような遮断リング 1 2 0 の材料は、例えば酸化ニオブ等の黒色の金属酸化物を含んだ石英、黒色の S i C を含んだ石英、カーボンを含んだ石英、カーボンを含んだ黒色の A l N 等の黒色のセラミックスの内のいずれかよりなる。具体的には遮断リング 1 2 0 の材料として A l N を用いた場合には 1 0 6 0 p p m 程度以上のカーボンを含有するようにすればよい。

【 0 0 6 7 】

この場合にも、載置台 2 6 の下方で生じた乱反射光（熱線を含む）が載置台 2 6 の上方の処理空間 S 側に漏れ出て放射温度計 1 1 0 に取り込まれることを防止することができる。従って、この放射温度計 1 1 0 によりウエハ温度をより正確に測定することができる。特に、下部保持部材 1 0 4 A と上部保持部材 1 0 4 B の内の少なくともいずれか一方を上述したような熱線を透過しない材料により形成した場合には、上記した熱線遮断効果を一層向上させることができる。

尚、上記第 3 の変形例、第 4 の変形例及び第 5 の変形例において熱線を遮断する材料よりなる保持部材 1 0 4 や遮断リング 1 2 0 は可視光線も遮断するのは勿論である。

【 0 0 6 8 】

< 第 6 及び第 7 の変形例 >

次に本発明の第 6 及び第 7 の変形例について説明する。

図 1 8 は本発明の処理装置の第 6 の変形例を示す概略構成図、図 1 9 は第 6 の変形例を用いて成膜した時の半導体ウエハの表面を模式的に示す図、図 2 0 は第 7 の変形例を示す概略構成図、図 2 1 は第 7 の変形例を用いて成膜した時の半導

体ウエハの表面を模式的に示す図である。

尚、上記図 1 8 及び図 2 0 は共に図 1 6 に示す構成を基礎としているが、細かな点についてはその記載を省略し、また同一構成部分には同一符号を付してその説明を省略する。

【 0 0 6 9 】

図 1 3、図 1 4 及び図 1 6 に示す各装置例では、シャワーヘッド構造 1 2 の略中心部に、これを上下方向へ貫通するように形成した熱線導出通路 1 1 2 と、放射温度計 1 1 0 とを設けてウエハ W の略中心部の温度を測定するようにしている。しかしながら、ウエハ W の加熱方法によってはウエハ W の中心部は熱的な特異点になる場合が一般的に多く、このウエハ W の中心部はウエハ W の他の部分との間で温度差が生ずる場合が発生し、このウエハ W の中心部の温度を測定して、ウエハ W の温度基準とするのはあまり好ましくない。

【 0 0 7 0 】

そこで、この第 6 の変形例ではシャワーヘッド構造 1 2 の中心を示す中心線 C 1 (ウエハ W の中心線とも一致する) よりも所定の距離 L 1 だけ周辺部に偏心させた位置に熱線導出通路 1 1 2 及び放射温度計 1 1 0 を設けるようにし、これにより、ウエハ W の特異点の温度検出を避けることができる。

ところで、測定窓 1 1 6 の内側表面に膜が付着することを防止することを目的として不活性ガス導入通路 1 1 8 より導入した不活性ガス、例えば Ar ガスが、上記熱線導出通路 1 1 2 の下端開口部 1 1 2 A より下方に向けて流出乃至放出され、この Ar ガスは、載置台 2 6 の外側周辺部で均等に真空引きされていることから載置台 2 6 の外側に向けて流下しつつ拡散して行くが、上述のように偏心の距離 L 1 が単に数 cm 程度に設定された場合には、図 1 9 にも示すように上記 Ar ガスの主ガス流 1 3 0 がウエハ W の表面の一部のエリア 1 3 2 に直接的に当接することとなり、このウエハ表面の直径数 cm 程度の円形のエリア 1 3 2 における堆積膜の厚さが、他の部分と比較して薄くなってしまい、という現象が見られる。尚、図 1 9 には熱線導出通路 1 1 2 の下端開口部 1 1 2 A の投影位置も参考のために示している。

【 0 0 7 1 】

この場合、A r ガスの流量やシャワーヘッド構造 1 2 の下面と載置台 2 6 の上面との間のギャップの大きさにもよるが、8 インチサイズのウエハで偏心の距離 L 1 が 4. 2 c m 程度の時に、ウエハ中心からエリア 1 3 2 の中心までの距離 M 1 は 6. 0 c m 程度である。この時の熱線導出通路 1 1 2 の直径は 1. 3 c m 程度であり、上記エリア 1 3 2 の直径は 3. 0 c m 程度である。そこで、上記エリア 1 3 2 での薄膜化の発生をなくすために、第 7 の変形例では、図 2 0 及び図 2 1 に示すように、シャワーヘッド構造 1 2 の中心線 C 1 と熱線導出通路 1 1 2 の下端開口部 1 1 2 A の中心との間の偏心の距離 L 2 を、この熱線導出通路 1 1 2 の下端開口部 1 1 2 A より流出して載置台 2 6 の外側に向けて流下しつつ拡散して行く A r ガス（不活性ガス）の主ガス流 1 3 0 が、載置台 2 6 の上面と同一の水平レベルまで流下する位置の略中心が、載置台 2 6 上に載置される半導体ウエハ W の外周端よりも外側になるように設定されている。換言すれば、上記主ガス流 1 3 0 が載置台 2 6 上のウエハ W の表面とできるだけ直接的に接触しないように偏心の距離 L 2 を大きく設定する。

【 0 0 7 2 】

図 2 1 においては、上述のようにウエハ W の外周部分の破線で示すエリア 1 3 4 に主ガス流 1 3 0 が当接するような状態を示している。ここでは一例としてエリア 1 3 4 はウエハ W 上の半導体装置（素子形成エリア）に掛からなければ良いことから、エリア 1 3 4 の略中心がウエハ W の外周端に位置するような場合を示している。この時、ウエハ W の中心とエリア 1 3 4 の中心までの距離 M 2 はウエハの半径、すなわちここでは 1 0. 0 c m である。ここで偏心の距離 L 2 の最大値は、放射温度計 1 1 0 がウエハ表面に臨んでいなければその温度が測定できないので、ウエハ半径の大きさである。

これにより、ウエハ W の表面に不活性ガス（A r ガス）の主ガス流 1 3 0 が直接的に当接することを防止して、ウエハ表面に局部的に薄膜部分が発生することを防止することができる。ちなみに、偏心の距離 L 2 を 8. 0 c m 程度に設定すれば、膜厚が局部的に薄いエリア 1 3 2 の跡は見られずに良好な結果を得ることができる。そして、ウエハ W の半径が 1 0 c m（8 インチサイズの場合）であるので、偏心の距離 L 2 はウエハ W の半径の 7 0 % ～ 1 0 0 % の範囲内に設定する

のがよい。この点を関係式で示すと $M1/L1 = M2/L2$ であるから、 $6.0/4.2 = 10/L2$ となり、 $L2 = 7.0 \text{ cm}$ となる。すなわち $L2$ の長さは $7.0 \sim 10.0 \text{ cm}$ の範囲が好ましい。

【0073】

この時のプロセス条件は、パージ用の不活性ガス（Ar ガス）の流量は $3 \text{ sccm} \sim 100 \text{ sccm}$ の範囲内で例えば 9 sccm 、シャワーヘッド構造 12 の下面と載置台 26 の上面との間の距離は $20 \text{ mm} \sim 30 \text{ mm}$ の範囲内で例えば 25 mm 、処理容器 4 内の圧力は 133 Pa 程度、原料ガスの総流量は 500 sccm 程度である。また、この実施例は、8 インチサイズのウエハのみならず、12 インチサイズ（直径 300 mm ）のウエハにも適用できる。更に、この第 6 及び第 7 の変形例の場合には、加熱手段として加熱ランプを用いたものに限定されず、載置台 26 に抵抗加熱ヒータを内蔵した型式の処理装置にも適用することができる。

【0074】

尚、上記各実施例では処理としてタンタル酸化膜や PZT 膜を成膜する場合を例にとって説明したが、他の膜種を堆積する場合についても本発明を適用することができる。例えば、他の膜種としては、 WF_6 ガスと H_2 ガスを用いてタングステン膜を熱 CVD により成膜する場合、 TiCl_4 ガスと NH_3 ガスとを用いて TiN 膜を熱 CVD により成膜する場合、 TiCl_4 ガスと H_2 ガスとを用いて Ti 膜をプラズマ CVD により成膜する場合等にも本発明を適用することができる。この場合には、アシストガスである還元ガス、すなわち H_2 ガス、 NH_3 ガスのガス噴射孔に放射温度計の光導入口ロッドを設けるようにする。

また、不活性ガスとしては、Ar ガスの他に、例えば N_2 ガス、He ガス等も用いることができる。

また、本発明では、被処理体として半導体ウエハを例にとって説明したが、これに限定されず、LCD 基板、ガラス基板等にも適用することができるのは勿論である。

【0075】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明のシャワーヘッド構造、処理装置及び処理方法によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。

請求項 1 ～ 3、7 ～ 1 1、2 1 に係る発明によれば、シャワーヘッド構造のガス噴射孔に放射温度計の光導入口ロッドを挿通させて設けるようにしたので、例えば成膜処理中に噴射される処理ガスにより上記光導入口ロッドが覆われるようになり、この光導入面に薄膜が付着することを防止することができる。従って、常時、被処理体の温度を正確に測定して検出することができる。

また、薄膜付着防止のために不活性ガス等の特別なガスを用いることがないので、原料ガスの分圧が部分的に乱れることがなく、成膜処理等の処理の面内均一性を向上させることができる。

請求項 4 に係る発明によれば、光導入口ロッドが挿通されているガス噴射孔からのガス噴射量は、他の同種のガス噴射孔から噴射されるガス噴射量と略同じになるので、ガス流量に乱れを生ぜしめることがなく、この点よりも膜厚等の処理の面内均一性を一層向上させることができる。

請求項 5、6、2 5 に係る発明によれば、例えば光導入口ロッドを用いない場合には、これを退避させて処理空間より離間させておけば、光導入口ロッドの光導入面が例えばクリーニング時等に損傷を受けて表面荒れが生ずることを防止することができる。

請求項 1 4 ～ 1 7 に係る発明によれば、加熱手段の加熱ランプから放射された熱線の中で載置台以外の部分に向かう熱線は、内部で乱反射しても載置台の周縁部を保持する着色された保持部材、或いは遮断リングにより最終的に吸収してしまうので、この乱反射した熱線が処理空間側に漏れ出て放射温度計へ入射することはないので、被処理体の温度をより高い精度で測定することができる。

請求項 1 8 ～ 2 0 に係る発明によれば、放射温度計を取り付けた測定窓に膜が付着しないように流す不活性ガスの主ガス流が、処理中の被処理体の表面に当接しないようにしたので、被処理体の表面に堆積される膜が局部的に薄くなることを防止することができ、最適な位置に放射温度計を取り付けることができる。

請求項 1 2、1 3、2 2 ～ 2 4 に係る発明によれば、載置台の設定温度値を常に適正な値に校正することができ、ウエハの処理温度を常時、略目標温度値を維

持しつつ所定の熱処理を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係るシャワーヘッド構造を備えた処理装置を示す断面構成図である。

【図 2】

シャワーヘッド構造のガス噴射面を示す模式図である。

【図 3】

ガス噴射面の一部を示す拡大図である。

【図 4】

シャワーヘッド構造の一部を示す拡大断面図である。

【図 5】

成膜処理を行う前の熱電対（ウエハに装着）の計測温度と放射温度計の計測温度との差を示すグラフである。

【図 6】

成膜処理を行う前後の熱電対（ウエハ装着）の計測温度と放射温度計の計測温度との差の変化を示すグラフである。

【図 7】

載置台を内周と外周の 2 つの加熱ゾーンに分割した時のガス噴射面に対する光導入口ロッドの配置状態を示す図である。

【図 8】

載置台を内周と、中周と、外周の 3 つの加熱ゾーンに分割した時のガス噴射面に対する光導入口ロッドの配置状態を示す図である。

【図 9】

本発明の第 1 の変形例の処理装置を示す構成図である。

【図 1 0】

図 1 に示す処理装置に光導入口ロッドを昇降可能に設けた時の処理装置の第 2 の変形例を示す構成図である。

【図 1 1】

図 1 0 に示す処理装置の光導入口ロッドの動作を示す部分拡大図である。

【図 1 2】

光導入口ッドを昇降可能に設けた時の他の変形例を示す部分拡大図である。

【図 1 3】

図 1 3 は本発明の処理装置の第 3 の変形例を示す構成図である。

【図 1 4】

本発明の処理装置の第 4 の変形例を示す構成図である。

【図 1 5】

本発明の処理装置の第 4 の変形例による放射温度計の検出値と熱電対の検出値とを比較する表である。

【図 1 6】

本発明の処理装置の第 5 の変形例を示す模式図である。

【図 1 7】

図 1 6 に示す処理装置の載置台の周辺部を示す部分拡大断面図である。

【図 1 8】

本発明の処理装置の第 6 の変形例を示す概略構成図である。

【図 1 9】

第 6 の変形例を用いて成膜した時の半導体ウエハの表面を模式的に示す図である。

【図 2 0】

第 7 の変形例を示す概略構成図である。

【図 2 1】

第 7 の変形例を用いて成膜した時の半導体ウエハの表面を模式的に示す図である。

【符号の説明】

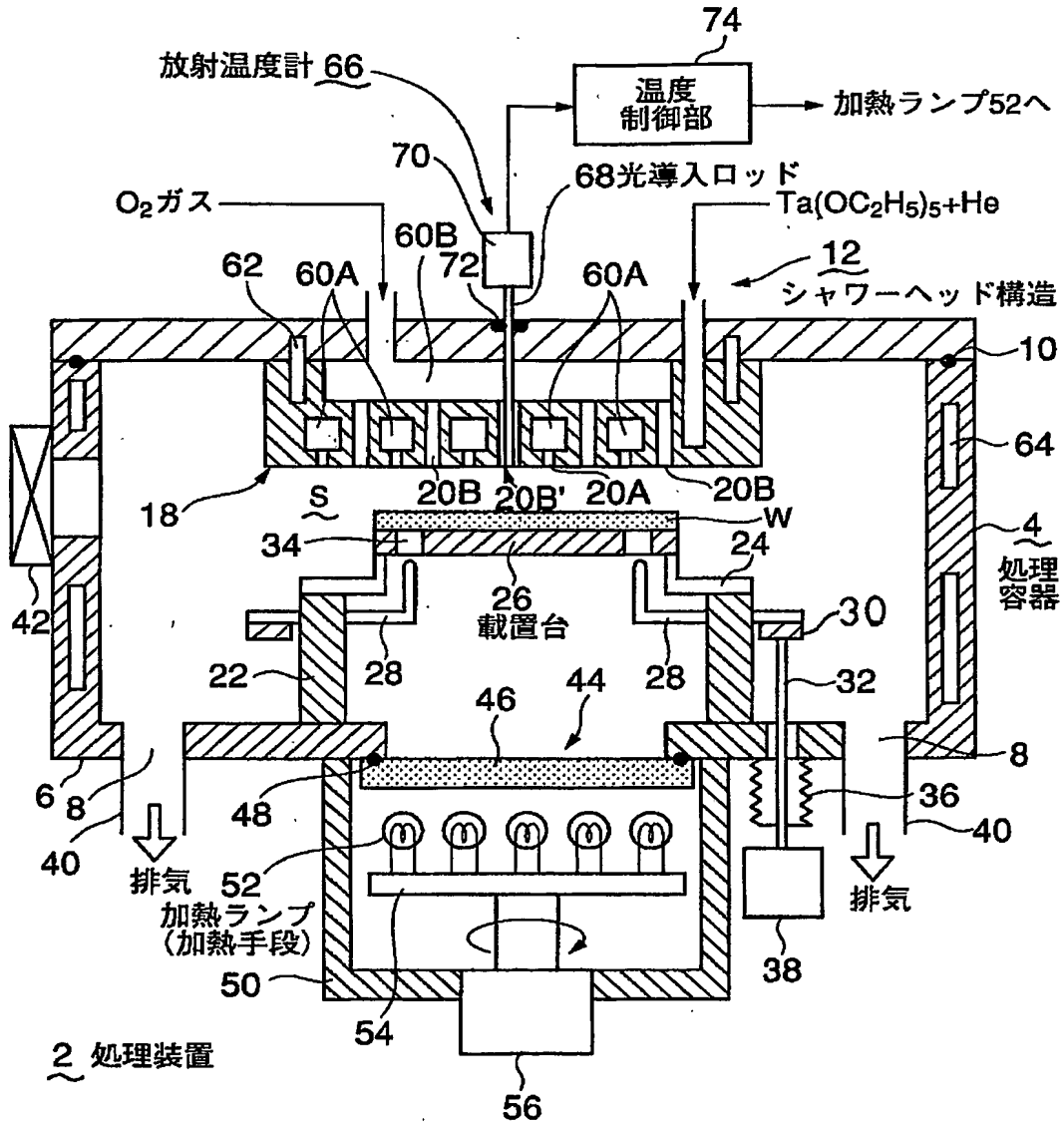
- 2 処理装置
- 4 処理容器
- 1 2 シャワーヘッド部
- 1 8 ガス噴射面
- 2 0 A 原料ガス噴射孔

- 2 0 B アシストガス噴射孔
- 2 6 載置台
- 4 6 透過窓
- 5 2 加熱ランプ（加熱手段）
- 6 0 A 原料ガス用ヘッド空間
- 6 0 B アシストガス用ヘッド空間
- 6 6 放射温度計
- 6 8 光導入口ッド
- 6 8 A 光導入面
- 7 0 温度検出部
- 7 4 温度制御部
- 8 0 熱電対（温度測定手段）
- 8 2 温度制御部
- 8 4 温度校正制御部
- 9 0 ロッド貫通孔
- 9 4 ロッド昇降機構
- 9 6 隔離バルブ
- 1 0 2 アタッチメント部材
- 1 0 4 保持部材
- 1 1 0 放射温度計
- 1 1 6 測定窓
- 1 2 0 遮断リング
- 1 3 0 主ガス流
- S 処理空間
- W 半導体ウエハ（被処理体）

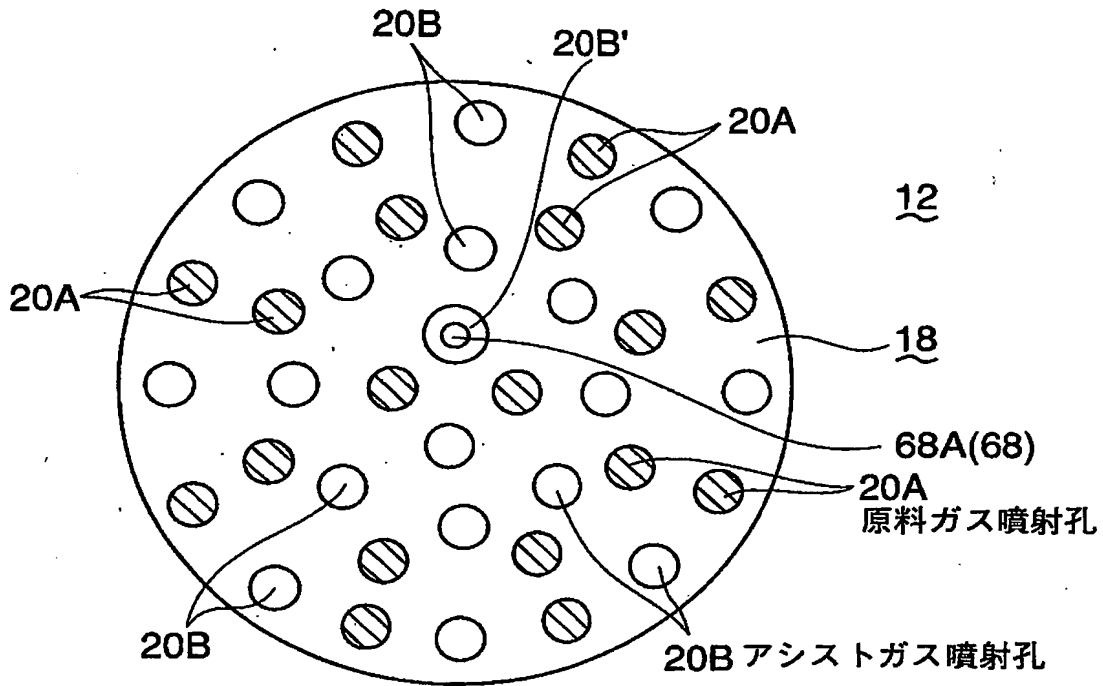
【書類名】

図面

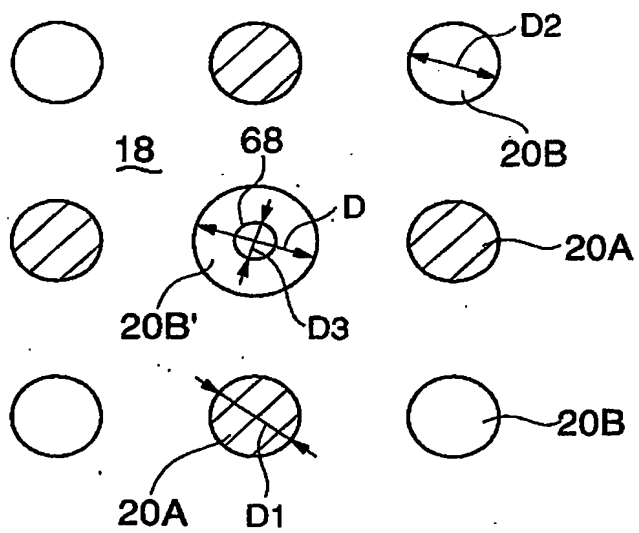
【図1】



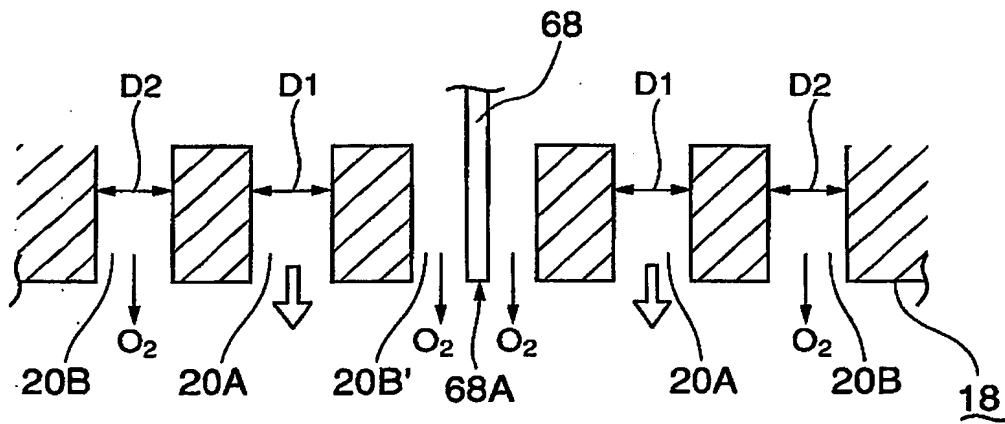
【図 2】



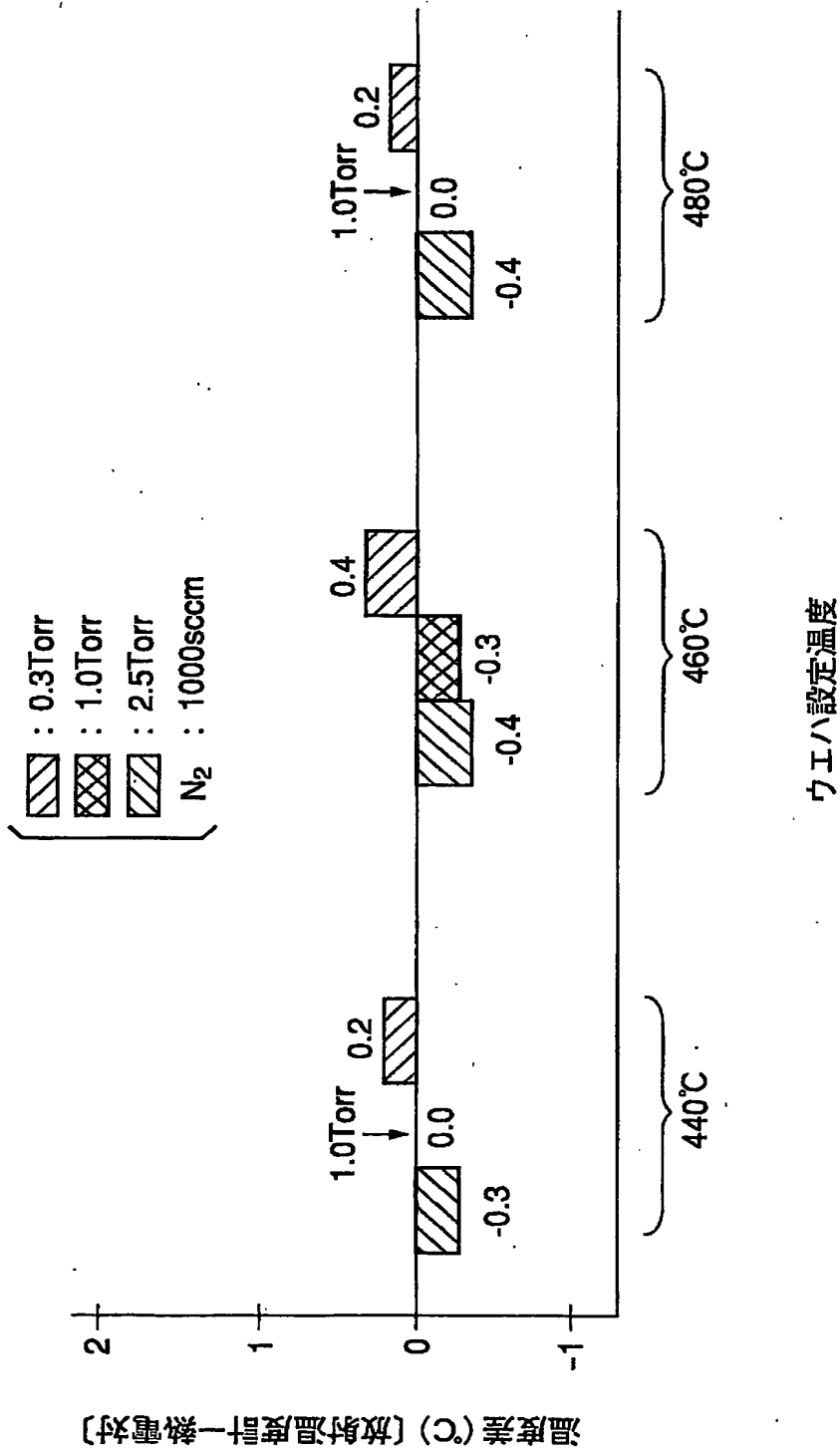
【図 3】



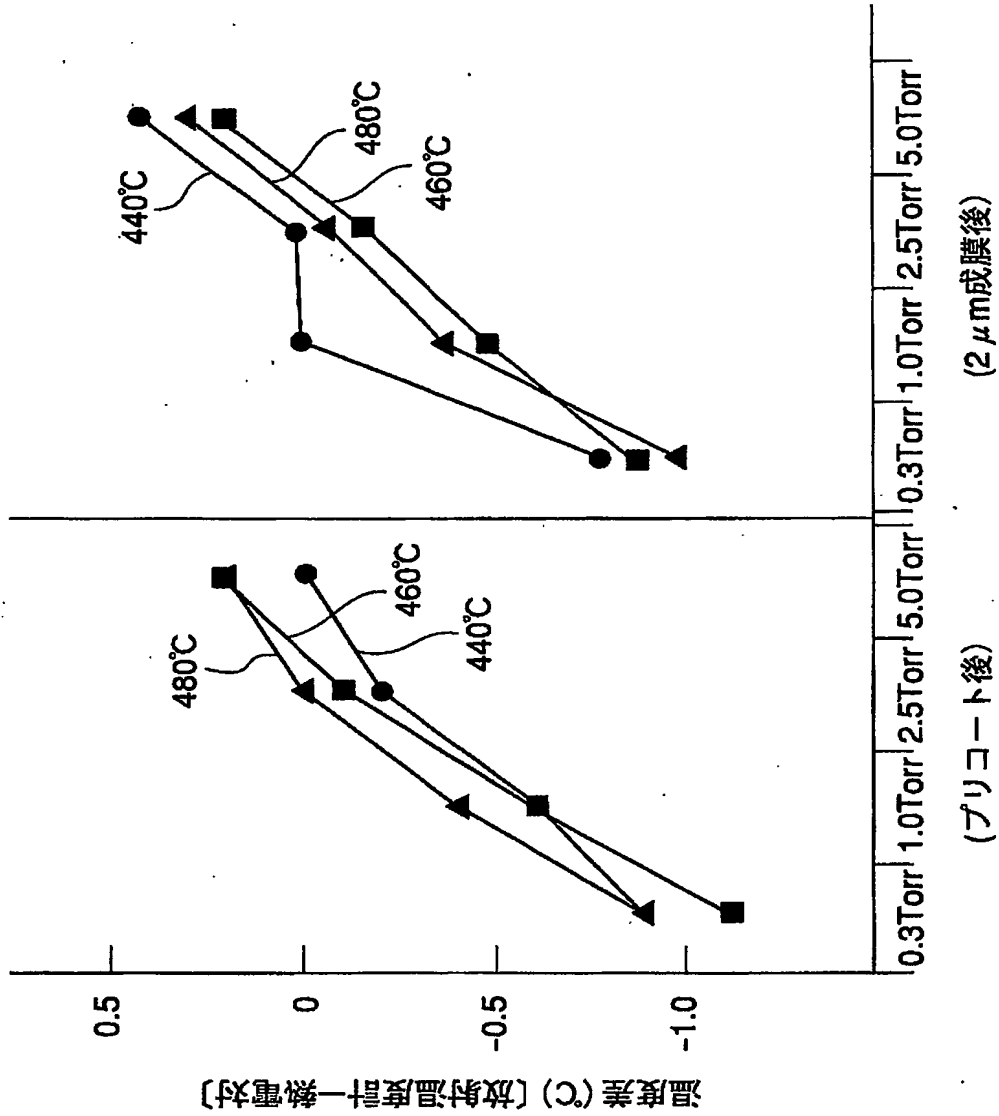
【図 4】



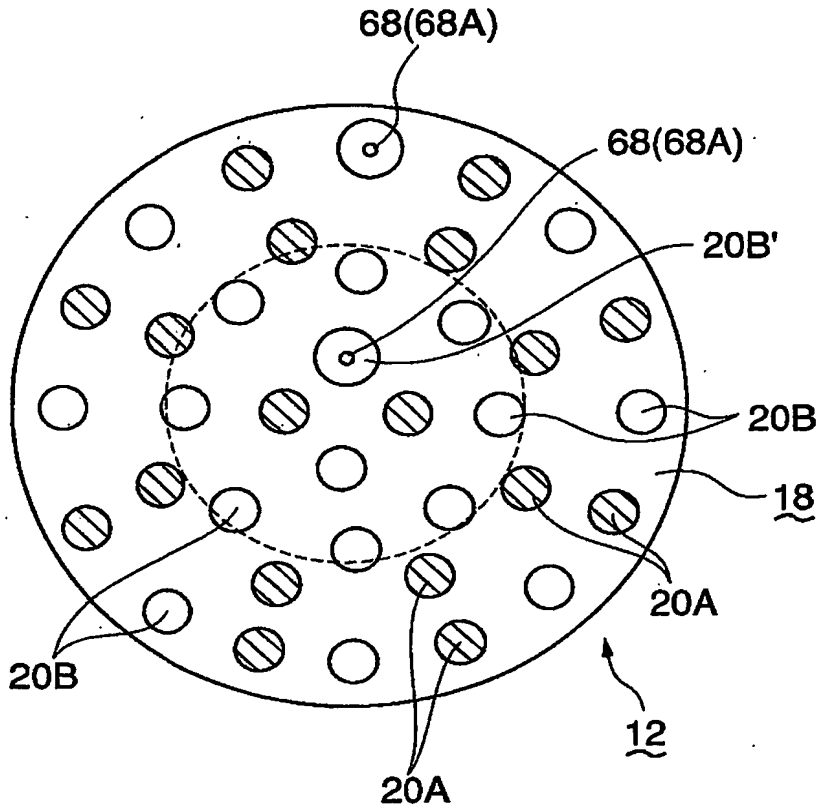
【図 5】



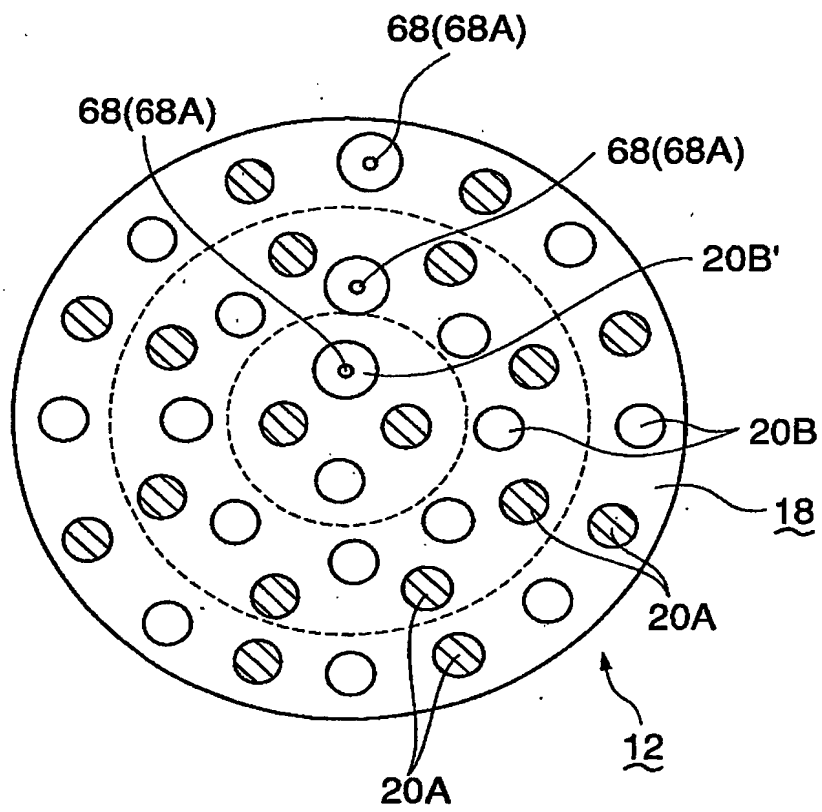
【図 6】



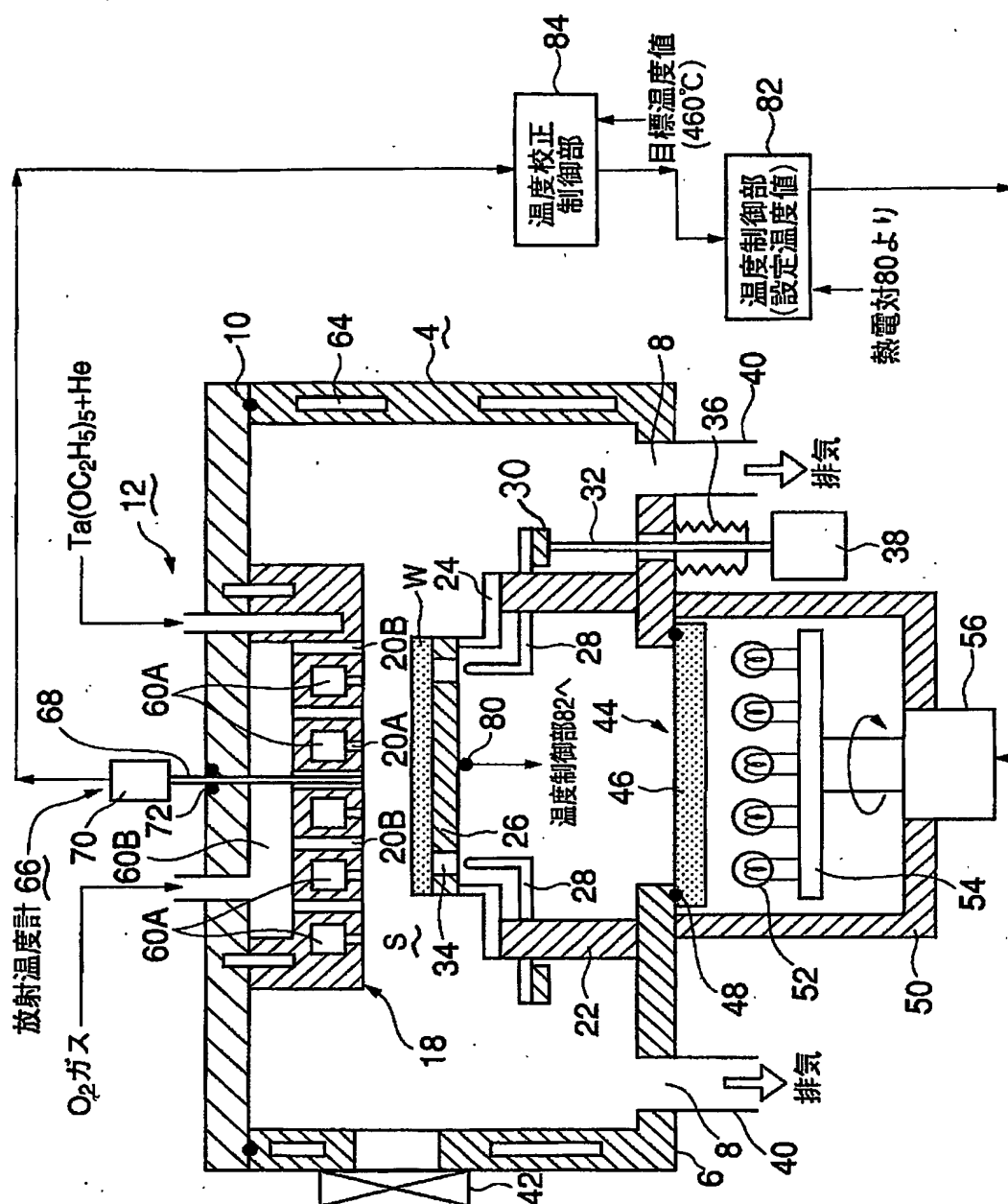
【図 7】



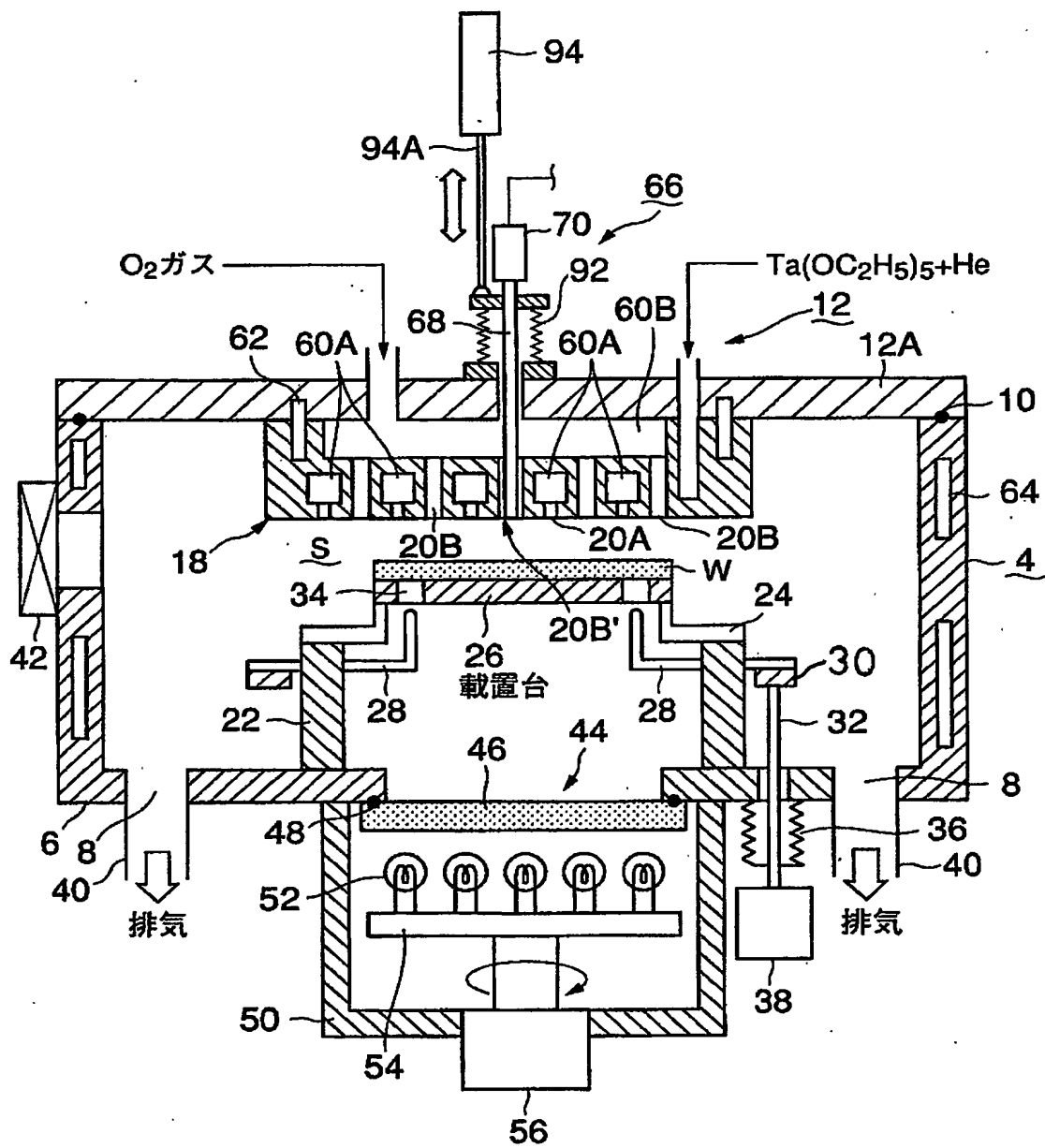
【図 8】



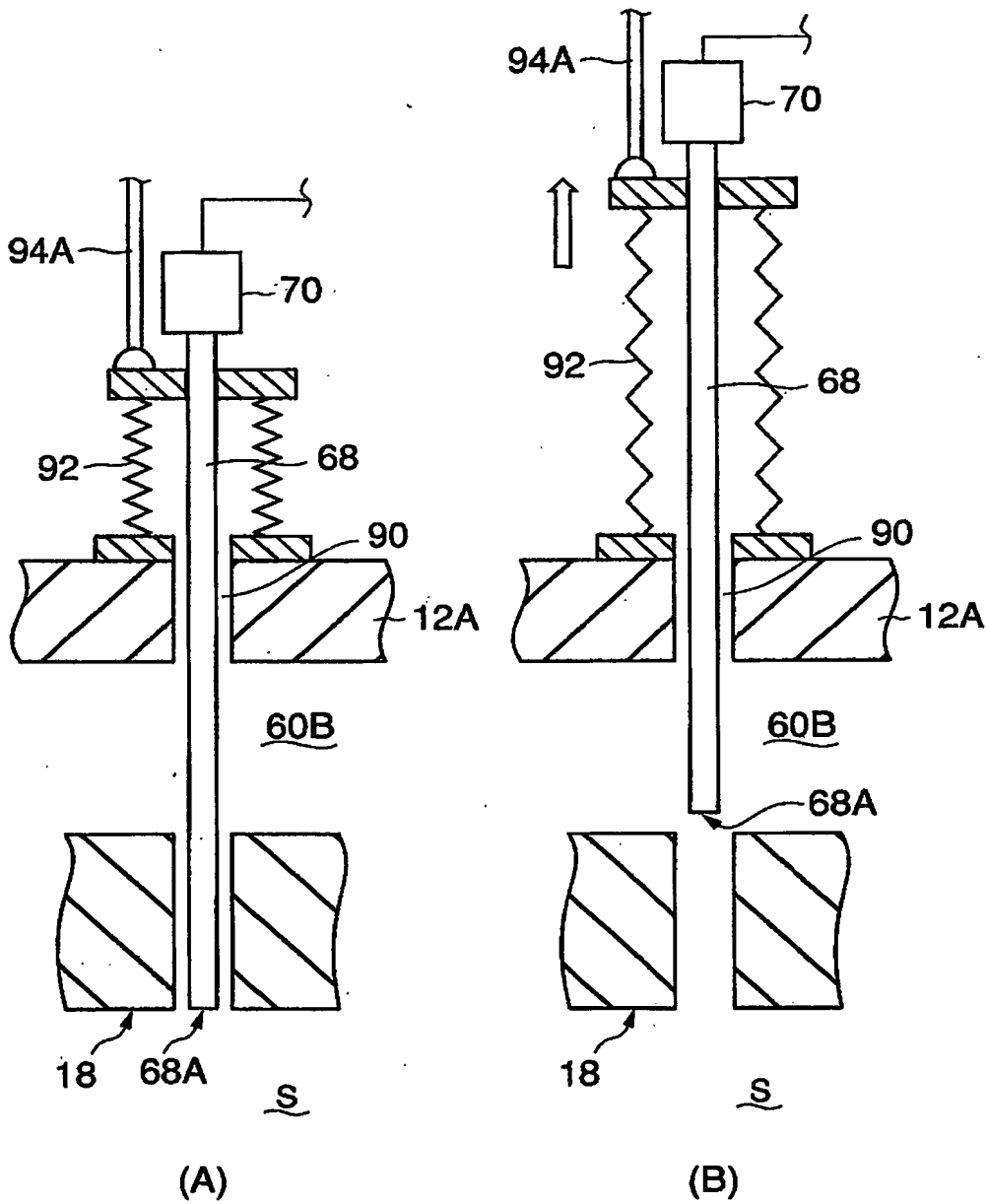
【图 9】



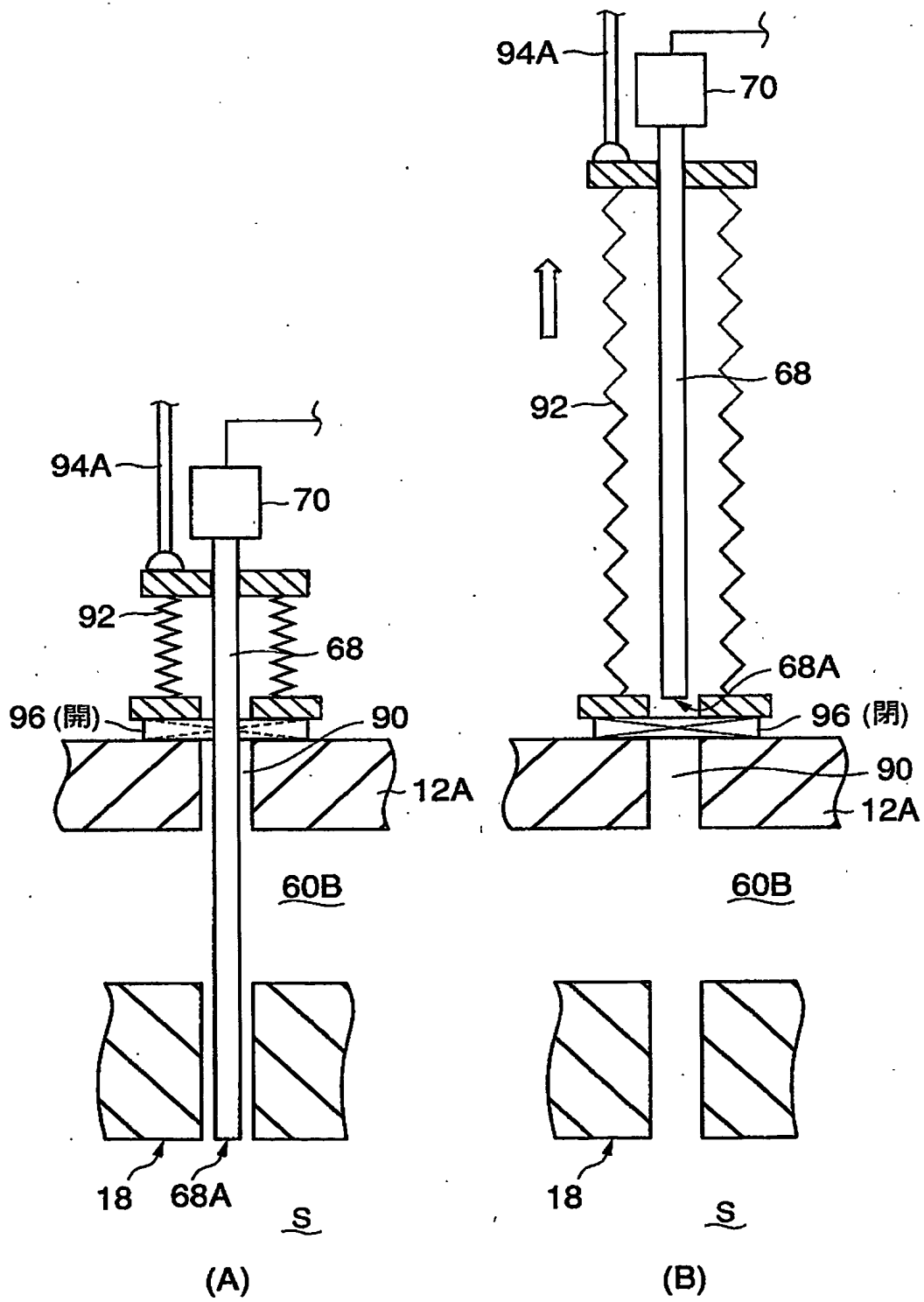
【図10】



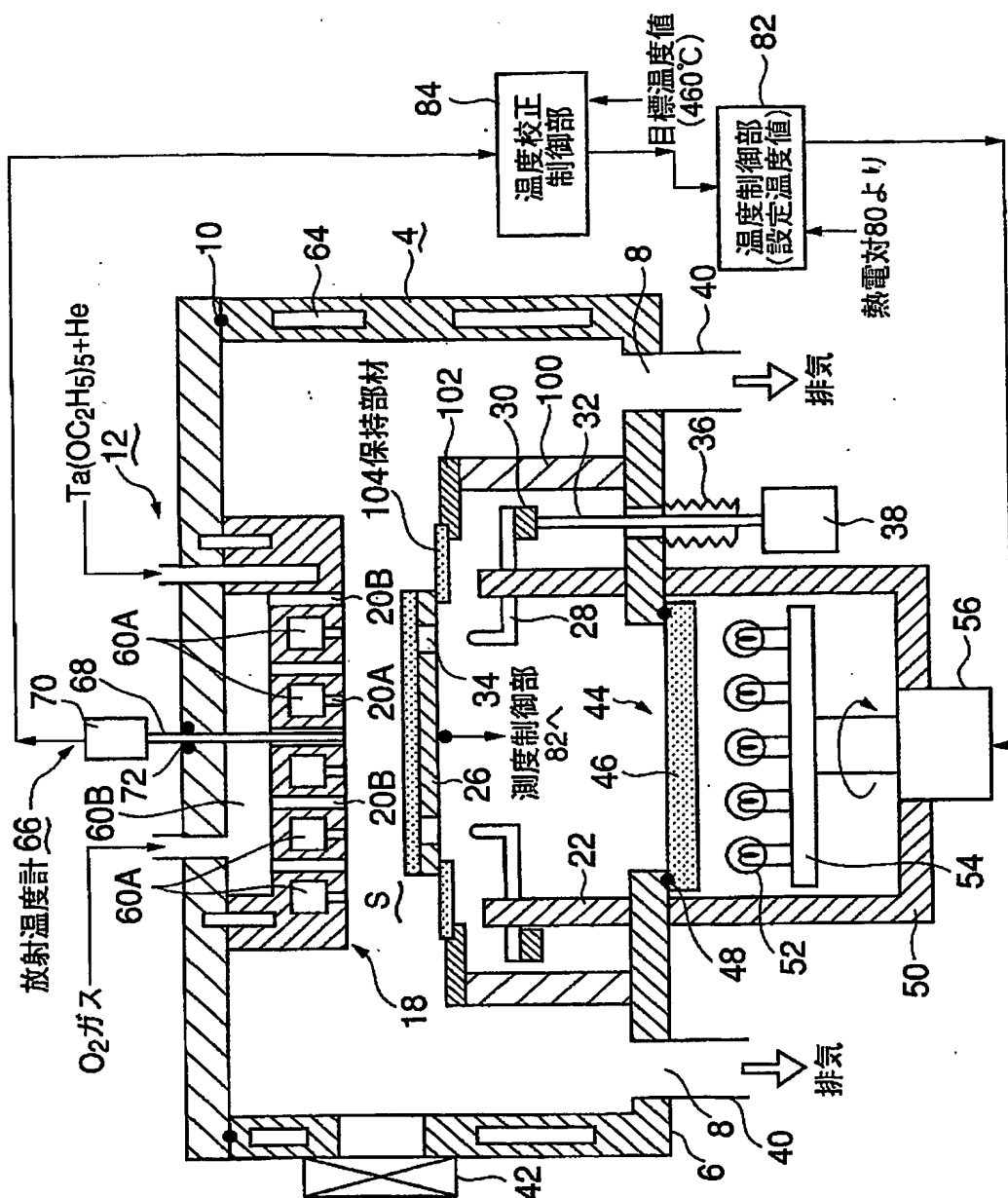
【図 1 1】



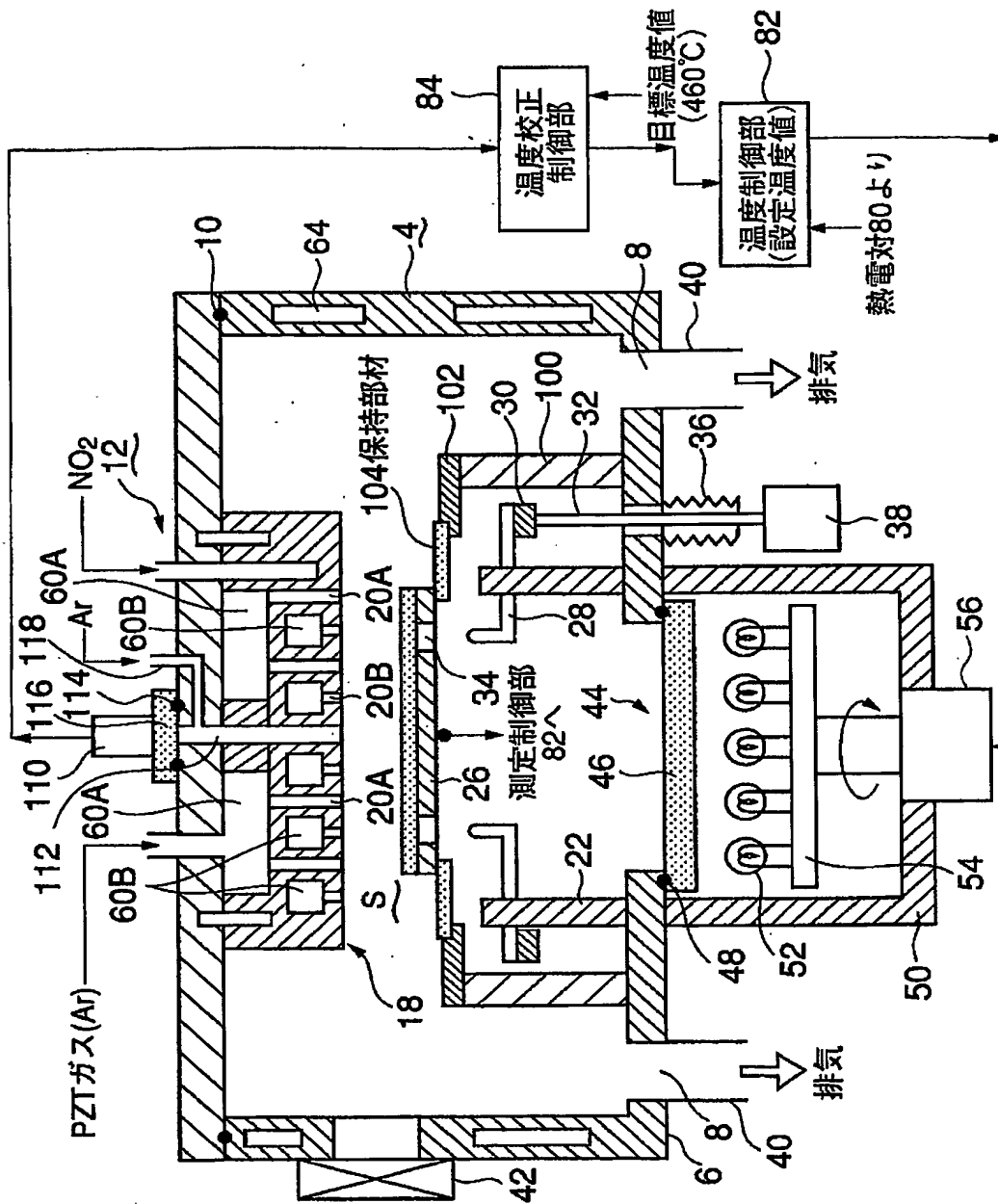
【図 1 2】



【図 13】



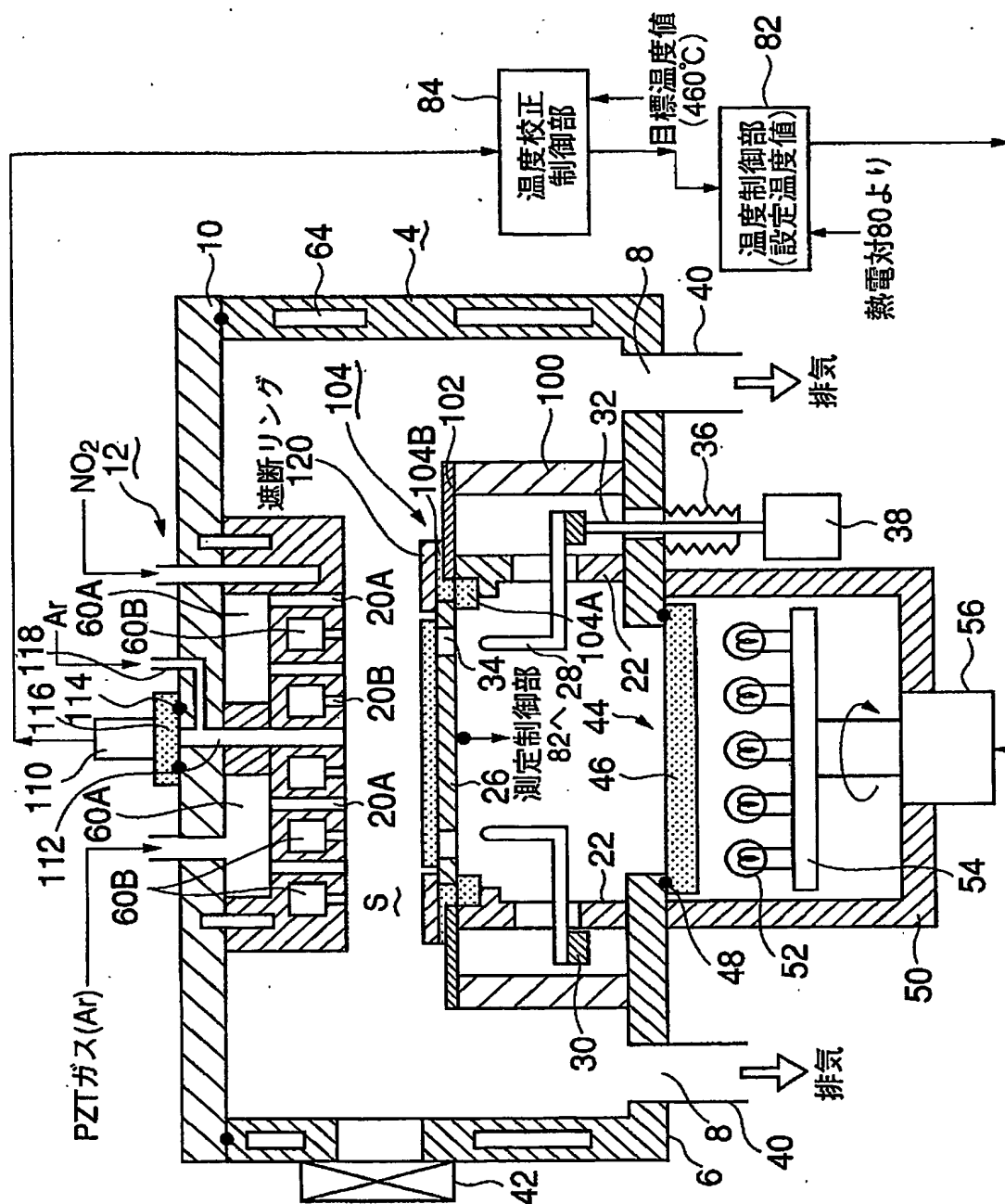
【図14】



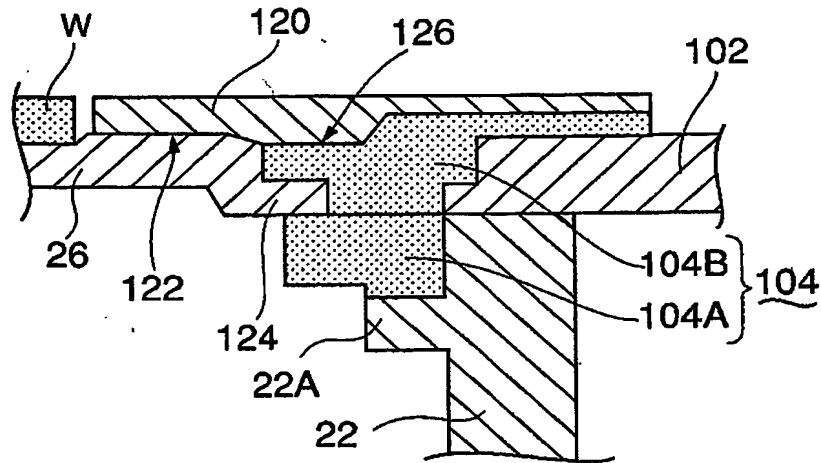
【図 1 5】

	熱電対 (℃)	放射温度計 (℃)	温度差 (℃)
1	433.0	435	+2.0
2	432.8	434.7	+1.9
3	432.8	434.5	+1.7
4	433.0	434.7	+1.7
5	432.9	434.6	+1.7
6	432.9	434.6	+1.7
7	432.8	434.6	+1.8
8	432.8	434.6	+1.8

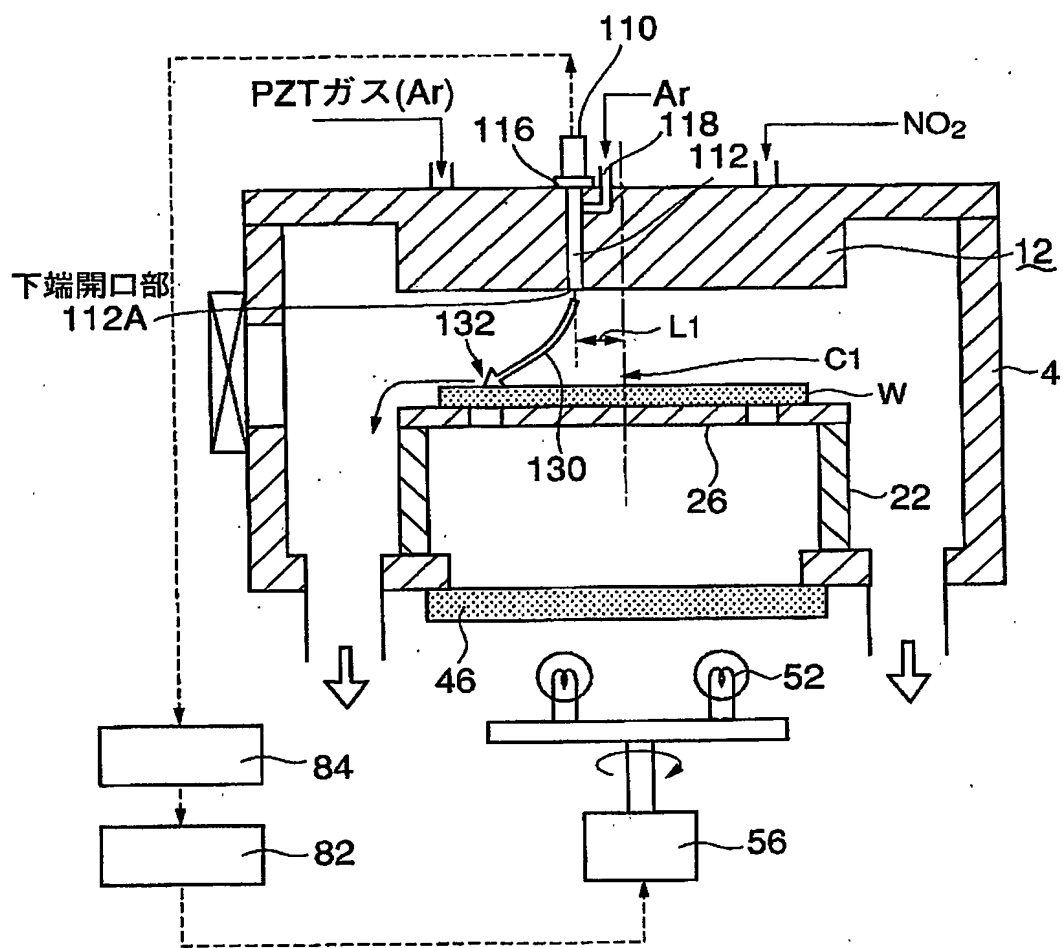
【图 16】



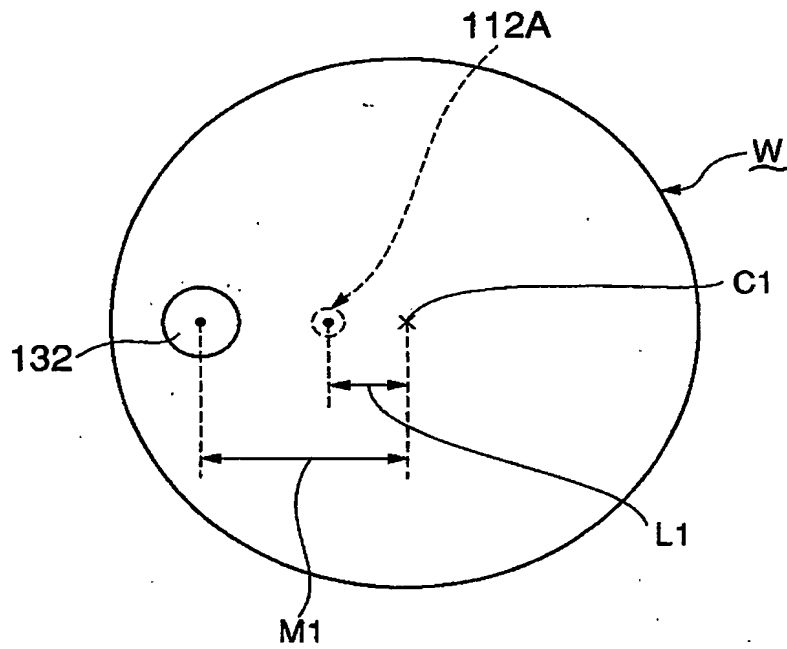
【图 1-7】



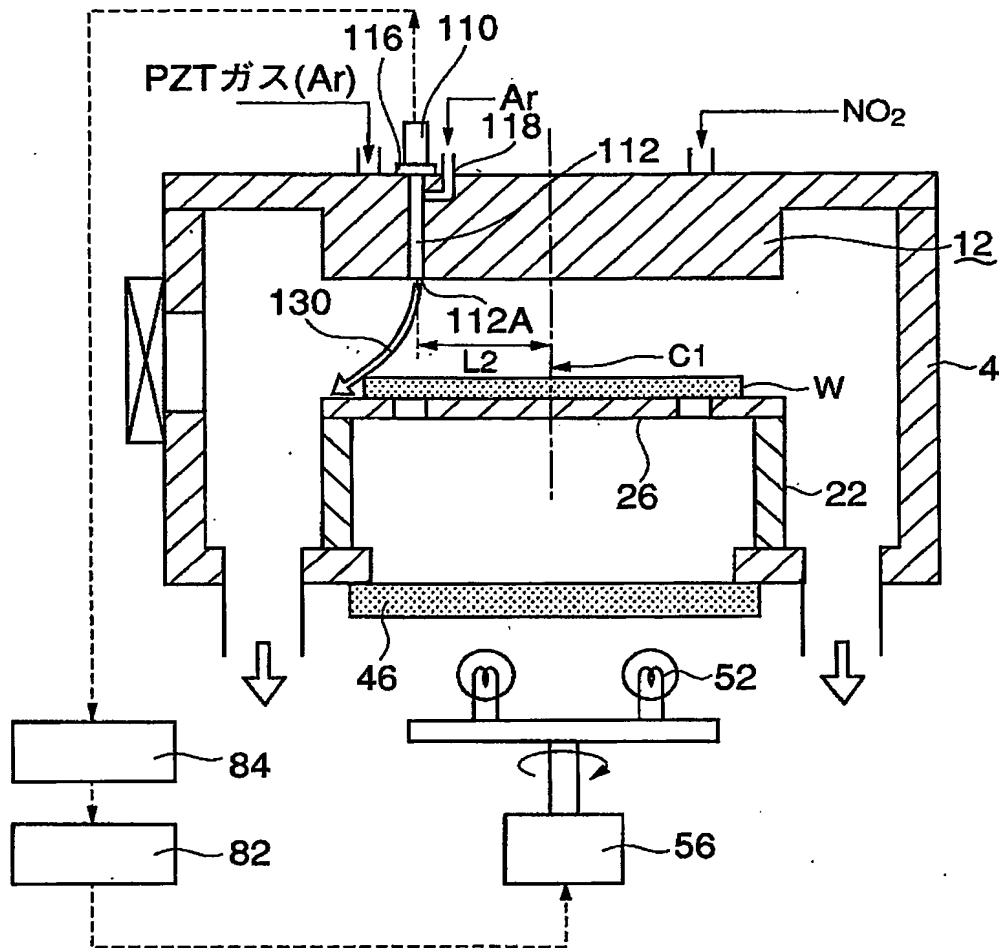
【図18】



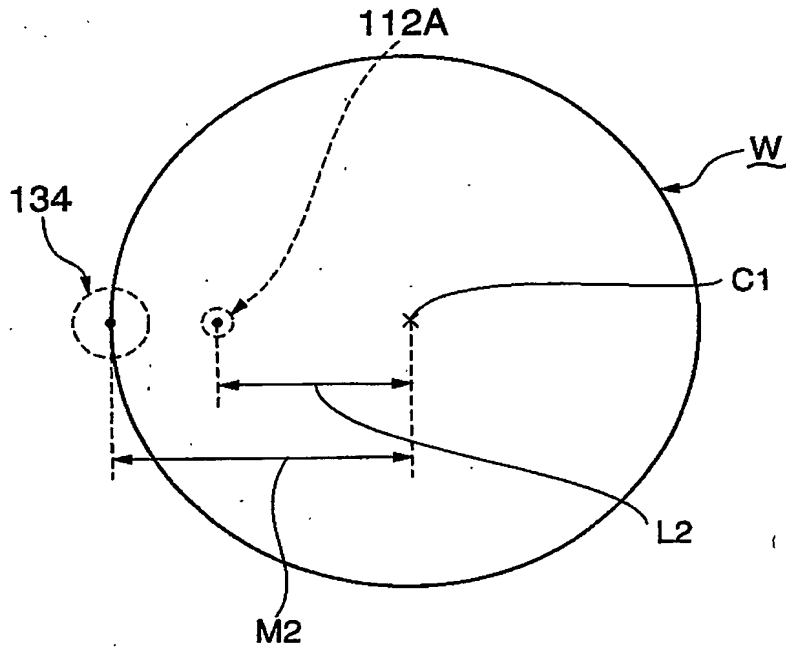
【図19】



【図 20】



【図 2 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 放射温度計を用いた場合にあっては膜厚の面内均一性を高めることが可能なシャワーヘッド構造を提供する。

【解決手段】 所定の処理を施すために加熱された被処理体Wを収容した処理空間4に対して処理ガスを供給するための複数のガス噴射孔20A, 20Bを有するシャワーヘッド構造12において、前記ガス噴射孔に、放射温度計66の光導入口ロッド68を挿通させて設けるように構成する。これにより、例えば成膜処理中に噴射される処理ガスにより上記光導入口ロッドが覆われるようになり、この光導入面に薄膜が付着することを防止することができる。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-365813
受付番号	50201912516
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年12月20日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年12月17日
【特許出願人】	
【識別番号】	000219967
【住所又は居所】	東京都港区赤坂5丁目3番6号
【氏名又は名称】	東京エレクトロン株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100090125
【住所又は居所】	神奈川県横浜市中区長者町5-75-1-112
【氏名又は名称】	0 浅井特許事務所 浅井 章弘

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名 東京エレクトロン株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.